编者导言

钱学森是我国杰出的科学家，在国内外享有很高的声誉。上世纪四五十年代，他就以在应用力学、喷气推进等技术科学领域的杰出贡献而蜚声国际。1955 年回国后，在老一辈无产阶级革命家的领导下，钱学森以他渊博的知识和对人民事业的热忱，为组织领导新中国火箭、导弹和航天器的研究发展工作发挥了关键作用。钱学森是一位品质高尚、热爱祖国的科学家，早年怀着科学救国之梦负笈北美，成为世界著名科学家之后，以矢志不移的民族气节与惊人的毅力冲破重重阻力，回归祖国参加新中国的建设事业。半个世纪以来，他始终围绕着国家和社会的战略需要来开展科研工作，将自己的智慧和知识献给了他的祖国和人民。他的科学贡献、科学思想、科学精神以及爱国情怀是我们民族宝贵的财富。

当前，我们正在为跻身创新型国家的行列而奋斗，面临重任和挑战，采择科技发达国家的经验固然不可或缺，而系统地探讨和总结老一辈科学家开创我国高科技事业的创业历程不仅是学术研究的一项紧迫任务，也是现实赋予我们的重大课题。钱学森是老一辈科学家的杰出代表，对于他丰富深邃的思想宝库，我们当然不能淡然处之。研究钱学森，可以获得许多具有借鉴意义的启迪：其一，从他将个人的人生道路与中华民族复兴大业紧密结合的奋斗历程中，发掘出崇高的爱国情怀，有助于塑造新的民族精神，将我们的爱国热忱凝聚为建设国家的物质力量。其二，从他科学创造的历程及其学术思想与学术精神中，可以激发献身科学的动力，获取学术灵感与研究科学的方

法，有利于我们找到创新的泉源，更好地进行科学研究，培养创新人才。其三，从他们筚路蓝缕、自力更生地开创我国航天事业的心路历程中总结经验、探索规律、获得启发，以增强我们自主创新的信心，推动实施原始创新、自主创新战略。其四，从他晚年学术探索的思想火花中提炼、总结出前瞻性思想，为我们在科技、教育、现代化管理工作中提供科学的理论指导。

近一二十年来，社会各界越来越认识到钱学森学术思想的重要价值，学术界研究钱学森的著述也是层出不穷，为数众多。然而，与此研究热潮形成强烈反差的是，至今国内尚无专门发表钱学森学术思想研究作品的学术丛刊，这不能不说是件令人遗憾的事情。另外，一般社会民众对钱学森的了解还局限于他是我国"导弹之父"、"航天奠基人"的层次，对他的科学贡献的其他方面不甚清楚，抑或一知半解、讹误百出。这与他博大精深的学术思想与贡献是极不相称的。有鉴于此，逢此钱学森研究方兴未艾之际，我们编纂《钱学森研究》，希望藉此搭建学术交流平台，聚集学界同人，培育新生力量，确立学术规范，组织有规模的系统研究，以期把钱学森研究建设成为一门显学，这就是我们编纂工作的缘起。

《钱学森研究》的研究对象并不拘泥于钱学森个人，它的视野可以拓展到与钱学森相关的中国现当代科技、管理、教育等各个领域。编委会将积极推动以下方面的工作：(1)发掘钱学森生平和科学生涯中的重要史实，收集、抢救和整理重要的历史资料；(2) 研究钱学森在科学技术上的重要贡献及其对世界和我国科学技术的影响；(3)钱学森所倡导与开创的学术方向以及受他学术思想影响的工作的进展情况；(4)阐述钱学森学术思想、科学精神与精神品质在当代社会的现实意义。我们将立足于学术积累与学术创新，欢迎观点新颖精审、史料确凿可信、说理严谨朴实的作品。钱学森学术思想博大精深，涉猎的科学领域极其广泛。我们希望更多的同仁加入到这个行列，逐步拓展研究方向与范围，把钱学森研究推向深入。

《钱学森研究》编辑委员会

2006年11月

目　　录

专题报道

精神风范

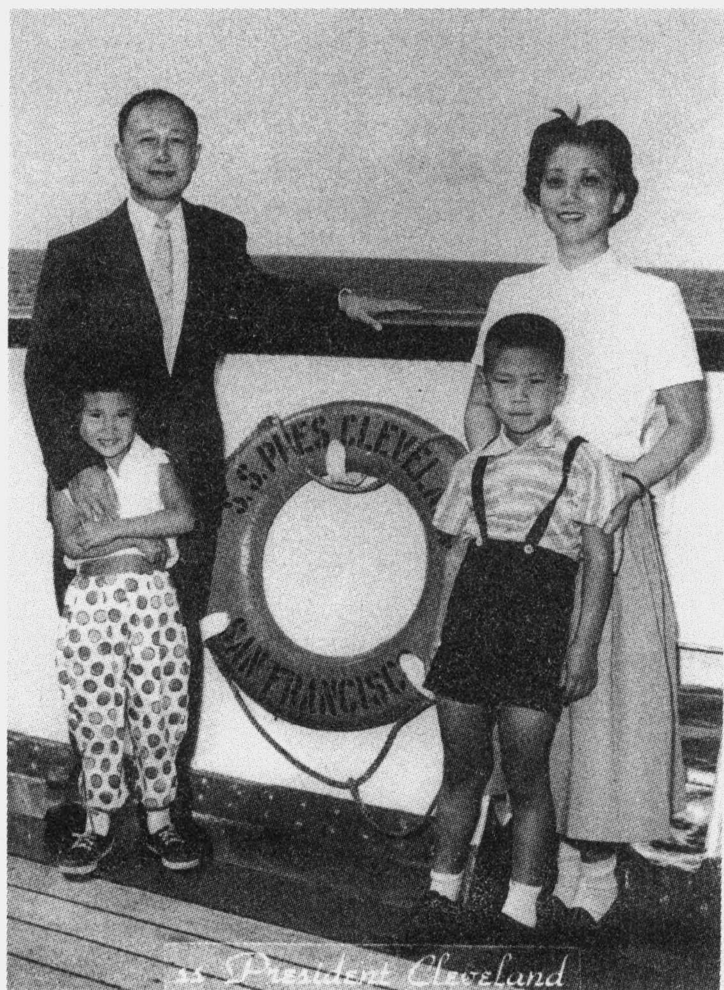
中国航天50年

系统科学

史料考辨

文化视野

专题报道



爱国　奉献　求真　创新

——马德秀在纪念钱学森归国50周年座谈会上的讲话*

在中共十六届五中全会胜利闭幕，神舟六号载人航天工程圆满成功之际，我们在这里隆重举行我国航天事业奠基人钱学森同志归国50周年纪念活动，具有特别重要的意义。

50年前，钱老历尽艰辛，冲破美国政府的重重阻挠回到祖国，几十年如一日地投身于我国科技发展和国防科研事业。他以过人的智慧和非凡的魄力组建航天科技队伍，从无到有、从弱到强地建立了我国航天事业，使新中国一跃成为拥有火箭、卫星的航天大国。1991年，国务院、中央军委授予他"国家杰出贡献科学家"荣誉称号和一级英雄模范奖章，1999年，中共中央、国务院、中央军委又给他颁发"两弹一星功勋奖章"。

钱老是世界著名的科学大师，也是一位具有崇高爱国主义精神的人民科学家，他的科学成就"在自然科学方面达到了认识世界和改造世界的高度统一；在思想意识方面达到了认识客观世界和改造主观世界的高度统一；在自然和社会的关系方面达到了认识改造自然和深刻揭示社会的高度统一"。他是全体交大人的骄傲，是我国科技工作者的骄傲，更是中华民族的骄傲！

刚才，各位专家、同志们都讲了很多生动感人的故事，给我们很大的教益和启示。从交大党委角度出发，我们纪念钱老归国50周年，着重是继承、发扬钱老爱国、奉献、求真、创新的四种精神：

首先，我们要继承和发扬钱老赤诚忠贞的爱国精神。钱老在交大求学期间，逐步形成了振兴中华、报效祖国的人生价值观，将炽热的爱国情怀融入到学习中。他专业成绩出众，1934年以总成绩第一名毕业，还遍阅图书馆内所藏机械、力学方面的书籍，并发表了两篇有关航空和火箭的论文。早年旅美期间，他无时无刻不关心着祖国，时刻准备回国服务。他曾经说过："我从1935年去美国，1955年回国，在美国呆了整整20年。这20年中，前三四年是学习，后十几年是工作，所有这一切都是在做准备，为的是日后回到祖国能为人民做点事。"1955年回国后，他以

* 纪念钱学森归国50周年座谈会由上海交通大学于2005年10月24日在上海举行。

自己的具体行动实践着自己的诺言，给中华民族自强不息的精神赋予了崭新的时代内涵。

对祖国、对人民无限热爱与忠诚，这就是钱老爱国主义情怀的突出写照。青年学子要以钱老为榜样，树立远大的理想，以“祖国强盛，我的责任”为使命，以热爱祖国、献身科学作为人生价值目标，刻苦学习，努力掌握现代科技知识，培养综合素质和创新意识，时刻为服务祖国、奉献社会做好准备。

其次，我们要学习钱老鞠躬尽瘁、忘我投入的奉献精神。1956 年，归国不久的钱老就积极参与制定新中国的第一个远大计划——“十二年科学规划”，并担任综合组组长。他不负党和国家的重托，以渊博学识和战略眼光，站在别人难以企及的高度出色地完成了这项任务。钱老在我国航天事业发展过程中，总是在关键时刻发挥重要作用。1964 年，他主持制定“八年四弹规划”，1965 年又主持制定了“三星规划”，明确了我国导弹、火箭、卫星技术发展的方向，这些规划的顺利实施奠定了我国作为世界航天大国的地位。作为国防科技事业的主要技术领导者，他不仅担负着抓总的重任，还经常亲临一线进行具体指导，竭尽心智，无私奉献。

晚年退居二线后，钱老仍心系祖国与人民，运用系统思想对我国社会主义建设中政治、经济、生态等领域的关键问题进行了系统的宏观研究。特别是在 90 岁高龄的情况下，又提出了科学和政治结合的概念，再次提出了现代科学理论思想，这一理论不光是自然科学工程技术，包括自然科学、社会科学、数学科学、系统科学等，而是十一个大部门、三个层次的体系。钱老对事业的投入，达到了超凡脱俗的境界，被誉为科技界的一面旗帜。

钱老曾说：“我作为一名科技工作者，活着的目的就是为人民服务。如果人民最后对我的工作满意的话，那才是最高奖赏。”在钱老奉献精神的感召下，我们理应承担更大的重任，扎实工作，在国家全面建设小康社会，在“十一五”规划建设中作出积极的贡献。

第三，我们要学习钱老严谨求实、一丝不苟的求真精神。钱老在交大求学期间，就秉承着实事求是、严格认真的科学态度，受到师生称道。至今，校园里还盛传钱老当年在水力学考试和热工实验报告中“两个 100 分”的故事。钱老在科研中形成的手稿，字体工整秀丽，图形表格规范，等号划得如同直线一般，有的计算数字精确到小数点之后 8 位，充分体现了严谨细致、一丝不苟的求真精神。在领导“两弹一星”工程期间，他严格按照周恩来总理提出的“高度的政治思想性、高度的科学计划性、高度的组织纪律性”标准，贯彻“严肃认真，周到细致，稳妥可靠，万无一失”的要求，关键时刻深入第一线指导研制、试验工作，科学决策，精心组织，实现了我国航天事业跨越式发展。钱老的求真精神和工作作风在航天界一直传为佳话，影响了几代科技工作者，至今许多老专家仍记忆犹新。

在冲击世界一流大学的进程中，我们要继承求实学、务实业的办学传统，以钱老的求真精神激发广大教职工的工作热情，倡导爱岗敬业的工作作风、实事求是的科学态度，以钱老的求真精神激发青年学子的学习激情，发扬光大百年学府的优良学风。

第四，我们要学习钱老不断进取、锐意开拓的创新精神。钱老曾说："科学精神最重要的就是创新。"早年在科研工作中，钱老就总是在充分消化吸收前人研究成果的基础上，通过艰苦探索，创造性提出自己的观点。成为著名科学家之后，他仍不断进取，参阅过35000多册书籍，15000多册期刊，亲自剪贴了近20000份剪报，与他人通信多达10000余封。晚年，钱老运用他博大精深的思想和敏锐的洞察力，融会贯通，提出了综合集成法思想，构建了现代科学技术体系结构。钱老的一生真正做到了"活到老，学到老"，他的杰出成就是创新精神最好的实践。

钱老还非常重视创新人才的培养，将此作为国家未来发展的关键。今年7月29日，当温家宝总理亲切看望他时，钱学长坦诚向总理建言，国家要高度重视培养具有创新能力的人才。他说："现在中国没有完全发展起来，一个重要原因是没有一所大学能够按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学，没有自己独特的创新的东西，老是'冒'不出杰出人才。这是很大的问题。"钱老的这番话给教育界、科技界提出了一个极具挑战性的课题，也促使我们对现有教育与科研体制反思，探索建立培养创新人才的教育与科研体制。

钱老是我国现代爱国知识分子的杰出典范。他具有高度的民族自尊心、民族自信心和民族自豪感，是交大培养的数以万计优秀人才的杰出代表。他始终情系母校发展建设，2001年12月11日，在九十寿辰之际还寄语母校："希望上海交通大学全体师生要继承和发扬母校优良传统，热爱祖国，崇尚科学、追求真理，报效人民，在21世纪，努力把上海交通大学建成一流大学。"这极大地鼓舞了全校师生的信心。

在国家全面建设小康社会和"十一五"建设的伟大蓝图中，上海交大全校师生一定会抓住历史机遇，树立和落实科学发展观，传承和发扬交大建校110年来的优良办学传统和深厚文化底蕴，为加快建设世界一流大学，为国家富强和民族复兴做出更大的贡献。

（马德秀为上海交通大学党委书记、校务委员会主任）

纪念钱学森回国的意义*

——涂元季在纪念钱学森归国50周年座谈会上的讲话

首先，我们应该感谢上海交大在钱老回国50周年之际，举行这样一次图片展和纪念座谈会。

我想说一说，为什么钱学森回国50周年，值得我们大动干戈地纪念一下？是不是谁回国，都要搞纪念会？是不是钱老随便一点小事，我们都要有所动作？我想，不是的。钱学森的回国，最重要的意义不在于他本人，而在于我们国家的导弹航天事业，再说宽一点，在于我们国家国防科学技术事业，或者说，在于我们国家、我们中华民族国防力量的增强。钱学森的回国是一个标志，或者说，是这件事情的一个转折。因为就我现在所知道的，在钱学森回国以前，也有别人给中央写过信，建议我们中国搞导弹，但是，中央不敢下决心。钱老的回国，就成为这件事情的一个起点。所以钱老的回国，不在于他本人回国的这件事情，而在于他的回国成为我们国家导弹航天事业的一个开端。因此，我认为如果把这件事情作为一个活动来纪念，还是有意义的。可以这么说吧，像钱学森这样一个人物，是在我国发展的一个关键时刻回来了。按钱老的话说，他是恰逢其时。正是国家着急如何建设我们国家的国防现代化时，他回来了。回来以后，又在这个事业当中发挥了关键的作用。因此，才有了我们今天的事业。甚至说，现在神舟六号，这么大的意义，全国人民这么受鼓舞，可以说跟钱学森的回国有着间接的关系。当然，我不能把这些功劳全都算在钱老一个人身上。神五、神六发射成功以后，有各种新闻媒体要采访钱老。他都坚决拒绝，保持低调。钱老对此的答复是，这是年轻一代的功劳，我不应该掺和这种事，所以拒绝任何采访。

但是钱学森的回国，确实是我们国家导弹航天事业的一个转折。这样一个关键人物，他回国以后发挥的关键作用，我可以从下面几件事情上简单加以说明。

关键作用之一，就是他在哈尔滨军事工程学院见陈赓大将时。陈赓问他，我们国家能不能造导弹。他说："为什么不能？外国人能造，我们中国人为什么不能造？中国人又不比外国人矮一截。"答复得非常干脆。照钱老本人所说，他当时心

---

* 本文根据录音整理，未经本人审阅。

里是憋了一股子劲回来的，所以陈赓将军这样问我，我当然回答能。当然钱老在答复时，并不知道这一句话究竟有多大分量。就是这句话定下了中国航天事业要开始干起来了，也就是这一句话，决定了他后来一生要献身于祖国的导弹航天事业。因为他当时并不知道背景。当时的背景是，彭德怀知道钱学森这个人物回来了，到东北去参观了，要到哈军工去。于是指派当时是哈军工校长的陈赓赶快回东北去，就问钱学森这句话。如果钱老说能干，我们就干；如果钱老说不能干，那谁也不敢下这大决心。所以连钱老都感到奇怪的是，当他说了这句话以后，陈赓一下子握住他的手，激动得不得了，说："钱先生呀，我就要你这句话！"所以说钱老当时是不了解背景的。于是陈赓当天就赶紧坐专机赶回北京，向彭德怀汇报。钱老当时在东北还没回去，在东北考察了一个月。在这个过程当中，彭德怀三次给中国科学院打电话询问钱老回来没有，渴望立即与他会谈，可见当时的急迫之情。我可以理解彭德怀为何如此着急，因为当时朝鲜战争是他指挥的。当然，我们把美国人从鸭绿江边赶回了"三八线"以南，但是，我们所付出的代价，彭德怀是最清楚的。通过这场战争，他肯定知道今后再像解放战争那样靠大兵团、靠人力冲是不行的，伤亡太大，代价太大；他深深地感到，现代战争没有现代化武器是不行的。毛主席何尝不是这样的感觉。要不，毛主席怎么敢决策呢。所以关键作用之一，就在于钱老回国以后，他这样一个人说这样一句话，就决定了中国导弹航天事业很快就起步了。钱老说这句话，现在我们听来可能很一般。但如果了解了当时中国的背景，就可见钱学森的了不起。他在东北参观，也参观了长春第一汽车制造厂。当时他说这句话时，我们连第一辆卡车——解放牌还没造出来，他居然说可以造导弹，了不起呀。我们真的把导弹造出来了，但是怎么造出来的，这是大家难以想象的。钱老说，开始那几个型号简直是我们工人师傅抠出来的。我们没有精密的机床，这么现代化的东西怎么能加工出来。我们把当时全国最好的精工师傅——八级金工师傅，调了一批到五院来。钱老到晚年写信还在问某某师傅好。到了造导弹最后的精密阶段，是靠手，靠手工、手巧弄出来的。这是外国人绝对想象不出来的。所以钱老的这句话，是了不起的。何作庥说："如果没有钱学森这个人，我们国家的导弹航天事业要推迟 10 年。"1956 年成立五院，如果再推迟过 10 年——1966 年，文化大革命开始了，可能就不止推迟 10 年了。

关键作用之二，没有这样一个人物，我们很难起步。1956 年，五院成立起来时，调来了专家、大学生。其中 143 个大学生都是经过挑选的、最好的。但问题是，这些专家和大学生都未见过导弹，不知道造导弹是怎么回事。所以，五院成立大会的程序是，聂老总宣布五院成立，任命钱学森为五院院长，接着就是钱学森给大学生们讲《导弹概论》。现在钱老讲《导弹概论》的手稿，我们都找出来了。所以没有这样一个人，我们都不知道需要建立些什么机构，需要些什么人，需要什么组

织，需要开展些什么研究，一点都摸不着门。钱老的第一个建议，可不仅是一个建议，而是一个实施方案，全有了。

关键作用之三，真正搞起来以后，技术上遇到很多难关。老一代搞导弹都知道，当时在五院，遇到实在解决不了的困难，最后就去找钱院长。因为只有钱老搞过导弹。比方说东风三号，那是我们自己搞起来的一个型号。东风一号是仿照苏联的。东风二号虽然是我们自己设计的，但是继承性很大，基本上还是仿照人家的，稍加改造。东风三号完全是我们自己的。而完全自己造可不是简单的事。火箭发动机这一关就过不了；一试车就失败。今天把这个问题解决了，明天一试车那个问题又出来了；最后没办法就把钱院长请来。钱院长听了以后，也就是一句话："你考虑没有考虑高频振荡的影响?"当时我们光从技术上考虑加强薄弱环节，没有从根本问题上考虑。而考虑到高频振荡的影响以后，重新设计，重新计算，并采取技术措施，从此一举成功，直到现在也没出现过问题。在这个关键时刻，就需要这种更高级的科学家，比大家高很大一个层次的人来稍微点拨一下。这就是他的关键作用。

关键作用之四，大胆的决策。像孙家栋给我们讲的，发射第一颗人造卫星的时候，人造卫星已经在地面做了五天的地面模拟试验。试验需要低温的条件，当时全国生产低温液体氦的能力积累起来也只能做五天。孙家栋说，模拟了五天，卫星要出厂了，任务很紧，马上要运到基地发射。但是，这时有人提出来，卫星的实际寿命是二十几天，只模拟了五天，怎么保证它能够工作二十几天？孙家栋答不出来。答不出来，卫星就出不了厂。出不了厂，这个事就搁浅了。怎么办？孙家栋心急如焚。没办法，只好把试验的材料送给钱院长。当时钱学森兼他们的院长。几天以后，钱院长答复："我认为可以。"那个时代，上上下下，只要钱学森说可以，那就可以。结果卫星出厂，成功了，不仅工作了二十几天，后来还工作了好几个月，东方红乐曲也播了好长时间。这就是在关键时刻的大胆决策。也只有这么个特殊人物，他一说，所有的意见才能统一起来，大家才没有疑义。

关键作用之五，甚至当时最难办的事，也要把科学家抬出来。刚刚讲到两弹结合的试验。两弹结合试验是空前的，大概在人类历史上也是绝后的。没有谁敢像我们国家这样在自己的领土上用导弹来打原子弹。一旦出事，等于往自己的土地上扔一颗原子弹。没有谁敢这样做。因此当时弹道几公里之内的人都要疏散。其中在甘肃有一个工厂，谁出来做工作也不愿意搬，因为搬要受损失。但是试验任务快到了，没办法，行政领导中最大的官去也说服不了。怎么办？就把科学家搬出来——请钱老去做工作。工厂一听说这么大一个科学家来了，非常兴奋。钱老也很会做工作，钱老了解到工厂不愿搬家的原因是以前在当地进行的几次导弹试验都没出事，所以他们相信解放军。他说："你们相信解放军，我们非常感谢，但

是我们中国人有句俗话：不怕一万，就怕万一。我现在告诉你们，我们现在的可靠性，是千分之一或千分之二，是万一的十倍、二十倍。"这么一讲，大家没有意见了，于是搬了。难办的事情，协调不了的，就得把科学家搬出来，他的面子大。

关键作用之六，最危险的时刻，也要科学家来稳定人心。我给大家举一个例子：刚才讲两弹结合，两弹结合是非常冒险的。其中有一个操作，就是原子弹、导弹都运到发射基地，要把原子弹和导弹接起来，进入弹头里面。那个地方空间很小，只能一个人窝在里面操作。当天发射时，正好起了大风。戈壁滩上一刮风就起沙尘暴，刮得人眼睛都睁不开，天昏地暗，就田向坤一个人在上面操作。他要将导弹和原子弹中间成百的电路一根根接起来，螺帽拧起来，插头插好，一个都不能错。稍有差错，原子弹可能就在那个发射架上炸了。当时凡是做这个工作的人，都给党组织写了决心书。我们现在找到的决心书，实际上就是遗书，后事都交待清楚了，准备一死。田向坤平时训练时 40 分钟完成所有的线路操作，而当天操作了 80 分钟。在这 80 分钟当中，只要他一低头，就看到钱老站在发射架下。80 分钟，钱老都没有离开过，一直站在下面。当然，在下面的还有聂老帅、二十基地的司令。聂老帅去，对大家也是一个很大的鼓舞。但是科学家的作用不一样，有科学家站在这里，说明这个技术过关了，可以放心，这对田向坤是一个鼓舞。所以在关键的时刻，也得科学家在场。

关键作用之七，依靠钱学森的威望，排除四人帮的阻挠。我们第一颗人造卫星是在文革当中发射的。在那样的动乱时期，我们的两弹一星还能够推进，在很大程度上跟钱学森这个人物有关系。周总理保护别人要绕着弯地保；保护钱学森，则理直气壮。因为钱老是毛主席明确表示要重点保护的，所以在七机部两派闹起来以后，接见造反派，军管会主任都要请钱学森出场。只要有钱学森站在跟前，说明这讲话是代表毛主席的，大家都得服。特别是很棘手的问题，都得科学家来说话。在有些场合，甚至于周总理、叶老帅都要借助科学家的话来跟四人帮斗。

关键作用之八，就是关于人才的培养。可以说，钱老带动了一大批人。就说现在最有名的王永志——神舟六号的总设计师。王永志说过，他过的每一个坎都是靠钱老的提携。没有钱老，就没有他的今天。钱老大胆地使用年轻人，大胆地重用年轻人，而且尽力把年轻人朝第一线推；培养年轻人，爱护年轻人。王永志讲，在东风二号发射时，东风二号运到了基地，各种指标都正常，就是发现达不到原来的射程。达不到原来的射程，就等于取不到数据，试验就等于没做。其他人都说要增加推进剂，王永志的意见则相反，他认为要卸去多少吨推进剂，才能达到原来的射程。谁都不同意他的意见。最后他实在没办法，就鼓起勇气向钱老汇报。钱老看了他的演算，认为王永志讲得有道理，就按他的办，结果成功了。从此，钱老发现了王永志这个人。所以王永志的每一步都是钱老推动的。直到神六

发射前，王永志还给我打电话，要我向钱老汇报神六的进程，请钱老放心。一直到神六成功，王永志还打电话说，自己还不能跟钱老比。而钱老说，王永志已经超过他了。所以钱老对待年轻人的爱护提携，是没得说的。

简单归结一句话，总之，这样一个关键人物的回国，对于我们国家两弹一星事业发挥了关键的作用。这种作用不是一般的作用。两弹一星的成就为中华民族建树了一座丰碑。它是一百年来中华民族从衰弱、受人欺凌走向强盛的一个标志。自从有了两弹一星，外国人再也不敢动我们一根毫毛。所以两弹一星，钱老这个功劳，是我们中华民族的一座丰碑。因此在这个意义上看，回过头来说，我们在这里举行一个纪念活动，我认为不为过。

（涂元季为钱学森学术助手、中国人民解放军总装备部高级工程师）

楷模　榜样

——于景元在纪念钱学森归国50周年座谈会上的讲话

2005年10月是著名科学家钱学森回国50周年。

钱老回顾在美国的那段历史时曾说“我在美国那么长时间，从来没想过这一辈子要在那里呆下去。”“从1935年去美国，1955年回国，在美国呆了20年。20年中，前三四年是学习，后十几年是工作，所有这一切都在做准备，为了回到祖国能为人民作点事。”

1955年10月8日，钱学森终于冲破美国政府的阻挠和迫害，回到了阔别20多年的祖国。到祖国以后，钱老始终把自己和祖国的命运联系在一起。他关心的是中华民族的振兴，献身的是祖国现代化事业，追求的是科学真理。他对我国的科技事业，特别是国防科技工业以及现代科学技术的发展，都作出了巨大贡献。

在回国后的前25年，钱老的主要精力放在开创我国火箭、导弹和航天事业上。20世纪50年代，我国的经济还很落后，工业水平、科技水平还不高，人才也很缺乏，就是在这种情况下，钱老承担起这一历史重任。

经过几十年的奋斗，我国的火箭、导弹和航天事业从无到有、从小到大，今天已发展到了载人航天阶段，挤进了世界航天大国之列。这是一个极其不平凡的历程，在这个过程中，钱学森始终是这个事业的科技主帅，展现出他作为科技帅才的大成智慧和非凡才能，受到了党和政府的高度评价，授予他“国家杰出贡献科学家”荣誉称号和“两弹一星功勋奖章”，也得到了广大人民群众的赞扬和爱戴，人们称他为中国的“导弹之父”和“航天之父”。

我国的航天事业，切切实实地走出了一条自主创新之路。从科学技术、组织管理、体制机制到决策指挥，都形成了一套具有中国特色的自主创新体系。这个体系不仅对我国航天事业今后的发展至关重要，对于其他行业也有重要启迪作用。今天，中央高度重视自主创新，号召科技界和各行各业要大力加强自主创新。在这方面，钱老为我们树立了光辉的榜样。

钱老对航天事业的贡献只是他丰富多彩科学生涯中的一部分。在他回国后25年中，一方面继续关注和指导着我国航天事业的发展，同时又把主要精力投入到学术研究之中。这一时期，他所涉猎的学科与领域之广、学术思想之活跃、创新

性之强，是十分罕见的。从哲学、科学、技术到工程的多个层次上，在多学科、多领域中，特别是跨学科、跨领域的交叉性、综合性研究中，都作出了许多开创性的独特贡献。钱老不仅创建了系统科学、思维科学、人体科学，还构建了现代科学技术体系，将马克思主义哲学建立在现代科学技术体系之上，成为人类知识的最高概括和人类智慧的最高结晶，他还从系统角度对地理科学、军事科学、建筑科学、管理科学等，提出过新的思想、概念、理论和方法。在实践上，结合我国实际情况，提出了沙产业、草产业等。

在钱老的科学历程中，有一个非常突出的鲜明特点，就是他的系统思维和系统思想，这个特点贯穿于他的整个科学理论和实践之中。到了晚年，他的系统思想又有了新的发展，进入了新的阶段，达到了新的高度，形成了钱学森综合集成思想。这个思想在哲学层次上的体现是大成智慧，在科学方法论层次上的体现是综合集成方法（Meta-Systhesis），在科学理论层次上的体现是综合集成理论（如系统学），在工程技术层次上的体现是综合集成技术（如系统工程），在实践层次上的体现就是综合集成工程（如航天工程）。这样，综合集成思想、综合集成方法、综合集成理论、综合集成技术、综合集成工程就构成了钱学森综合集成体系。这套体系不仅有重要的实践意义，更有更大的科学价值，它孕育着一场新的科学思想和科学方法上的革命，其意义和影响是广泛而深远的。

现代科学技术的发展呈现出既高度分化又高度综合的两种明显趋势。一方面是已有学科不断分化、越分越细，新学科、新领域不断产生；另一方面是不同学科、不同领域之间相互交叉、结合以至融合，向综合性整体化的方向发展，这两者是相辅相成的。在这后一发展趋势中，不仅有同一领域内不同学科的交叉、结合，特别是不同领域之间，如自然科学、社会科学与人文科学的相互结合以至融合，这已成为现代科学技术发展的重要特点。在这个方向上的理论和应用研究，必将对客观世界的认识更加全面和深刻，而改造客观世界的能力也就更强，因此具有重要的科学价值和实践意义。从这个角度来看，钱学森综合集成体系将对现代科学技术向综合性整体化方向发展发挥重要作用。钱老的这一贡献，不仅是对中国的，也是对人类的贡献。21 世纪将是走向综合集成的世纪，钱学森的英名也将更加伟大。

钱学森综合集成体系不仅具有原始创新性质，同时也展现出他作为科学大师的风采，可以说是独领风骚。中央高度重视原始创新，号召科技界加强原始创新的研究工作。在这方面，钱老又为我们树立了一个光辉榜样。

钱学森不仅是一位科学伟人，同时又具有坚定的政治信仰与信念、高尚的思想情操与品德。他忠于祖国、热爱人民。他说“我作为一名中国的科技工作者，活着的目的是为人民服务，如果人民最后对我的一生所做的工作表示满意的话，那

才是最高的奖赏。"钱老对中国人民所作的贡献以及他的高尚人格，赢得了广大人民的敬重和爱戴，人们称他是人民科学家。

钱学森是我国现代史上一位杰出的科学家和思想家，钱学森的科学精神、科学思想和科学方法是一笔宝贵财富，永远值得我们学习。钱学森也是科技界一面旗帜，是广大知识分子学习的楷模和榜样。

（于景元为中国航天科技集团710研究所研究员，博士生导师）

见报之后

——钱永刚在纪念钱学森归国50周年座谈会上的讲话

我今天发言的题目是“见报以后”。说的是温家宝总理7月29日看望钱老的消息见诸各家媒体以后发生的故事。

2005年10月8日是钱老回国50周年。很巧，50年前的10月8日是个星期六，50年后经过了2609个星期正好也是一个星期六。风风雨雨的50年，不平凡的18263天。这对于钱老本人以及他的祖国、民族带来的是什么，我在这里就不说了。

温总理看望钱老以后，大陆境内的报纸、电视台、网络都有报道。香港的报纸、东南亚的报纸也有报道。这些报道让菲律宾的一位已经退休的老华侨想起了她在50年前和钱老的一次会面。她百感交集，写了一封热情洋溢的信给钱老。当时钱老本人还在住院，因此她通过别人把那封信和几样纪念品，送到了医院。

在这里，我把这封信的内容奉献给大家，与大家一同分享。信是用英文写的，我念的是译文，信的大意是这样的：

敬爱的钱学森先生：

距我们第一次见面已经50年了，那时您正在归国途中，船停泊在马尼拉。与您见面的那一刻对我来说是极其重要的，我一直铭记在心。那时，我们当地的日报对您的报道，说您是中国伟大的科学家，放弃了在美国的舒适生活毅然回归中国。这让我对您产生深深的崇敬之情，因为很多人为了自己的生活，不惜做任何事情也要到美国去。但是，您却是放弃了优越的物质生活坚决要回到中国，为自己的祖国服务。

我已经记不起具体是哪一天见到您，但我知道是1955年，那一天我弟弟正好乘您坐的船去加拿大。我们登上船送弟弟，我们（我姐Lucy，我哥哥Peter，我妈妈，我丈夫和我）都盼望能有机会在船上见到您。当您走出船舱见我们时保安同意了。我们介绍了自己并说我们是中国人，您看起来与众不同，表情生动灵活，人显得高、瘦，当然不用说非常英俊潇洒。

我们进行了如下谈话：

“您为什么想回到中国?”我问。

“我想为仍然困苦贫穷的中国人民服务,我想帮助在战争中被破坏的祖国重建,我相信我能帮助我的祖国。”您回答。

“您离开美国困难吗?”

“是的,美国政府设置了太多的条件。他们不允许我带走我的书和笔记,但是,我将尽最大努力重写我的笔记。”

“菲律宾怎么样,这里的中国人被歧视吗?”您轻声询问。

“是的,非常受歧视,他们瞧不起中国人,很多人被错误地怀疑是共产党。”我回答。

“你是做什么工作的?”

“我姐姐是初中老师,我是高中老师,我哥哥在大学当老师。”

“非常好,中小学的老师非常重要,因为这是一个社会发展的基础。青年是社会的未来,他们必须受到好的教育,以培养他们的潜能和创造力。”

“但是,我只能教低层次的东西。不像您,是杰出伟大的科学家,能够创造伟大的事业。”

“不,我只是蛋糕上面的糖衣。蛋糕要想味道好,下面的用料必须好。基础非常重要,培养年青人是一个国家进步的基础。不要瞧不起你的工作,你是在塑造年轻人的灵魂。”

啊,您真是给我上了美妙的一课!听了您的话,我感到前所未有的幸福。这样谦逊,这样理解人的话语,在当今物质世界里真是再也难以听到。

过了一会,保安过来做了一个手势。我们的谈话结束了。您很抱歉地说:“我得回去了,我妻子和孩子还在船舱里。”

再次见到您是十年后,我和丈夫被邀请参加国庆庆典(巧合的是,我的生日也是10月1日)。那时您已是中国著名的官员,领导着导弹、核和航天等方面的工作,并为中国在这些领域的进展做出了卓越的贡献。我知道您得到极高的荣誉。

我鼓起勇气来到您的桌子前,问候您并快速地提起10年前您从美国回国路过马尼拉时,我们曾经见过。但是我已经回忆不起我们这次的谈话,不像我们第一次的谈话,至今仍深深地印在我的脑海中。

现在,我已经75岁了,而您已是95岁高龄。我听说您生病住在北京的一家医院,听到这个消息我很难过,但同时我也非常高兴地知道您还在人世,并且仍然用您那永不枯竭的灵感热爱着中国。我也想知道您妻子和孩子的消息。

我在菲律宾向主祈祷,保佑您幸福,并且在您不适的时候让您得到安慰。

我感谢主，她把您这个最好的礼物给了中国，您的爱国主义精神鼓舞了包括海外华人在内的所有中国人。我们为您而骄傲。

与您对中国负有的重大责任和开创性的贡献相比，我实在很渺小。我真的感谢曾经有机会与您会面，哪怕只有那么一会。上帝保佑我有四个孩子，他们都在各自的领域积极努力地工作。我努力教导他们要热爱人民，诚实正直。作为 50 年代的一个高中老师，我已经实现了我的愿望，对我来说这已经足够了，甚至比我想要的更多。

致以最深的崇敬和最殷切的祝愿。

林孙美玉

信念完了，我的发言也就到这儿了。

（钱永刚为钱学森之子，解放军某研究所高级工程师）

在钱老的鼓励下永远前进

——郝天护在纪念钱学森归国50周年座谈会上的讲话

“神六”升空是中国人民的伟大胜利，也是和中国“导弹之父”、“航天之父”钱学森科学家毕生奉献分不开的。钱老不仅在航天事业上作出极其卓越贡献，而且也一贯扶持年青的一代，我就是受益中的一个。回想40多年前，我还是个小青年，在一次偶然机会中拜读了钱老的一篇大作后，深有体会，我就给钱老写信提出了自己的一点粗浅的看法，没想到很快就收到钱老的回信，给予我极大的支持，并在信中称赞我是很能钻研的一位青年，使我受到很大的鼓舞。他的炽热回信对我的一生起了极其重要的影响和作用，使我在最艰难的条件下也坚韧地崇尚科学矢志不移。直到今天我已退休，还是照样尽力拼搏，每天仍然八小时地工作着。在材料科学上已取得不少成就，如在世界上广为应用的安固边界上被称为PH条件中的H就是指的我(注:郝的汉语拼音首字母是H)。最近在梯度材料方面我自己认为又做出了重大科学成果，马上要发表。

80年代我在国外发表论文数在全国列为前十名之一，有三次。这是SI上统计的，最高是全国第二名。

我取得这些成果与当时钱老的鼓励是分不开的，没有他的鼓励就不会有我在科学上的热爱和矢志不移。我今年已73岁，而且开过刀，并开刀致残，但是工作我一点没有停顿，所以从我个人情况看，取得这点成就是和钱老的鼓励与教诲绝对分不开的，我应该永远感谢他。

(郝天护原为东华大学教授)

运用系统科学　争取新的辉煌

——钱永刚在《智慧的钥匙》首发式上的讲话*

今天，能够有机会来到这里参加上海交通大学举办的《智慧的钥匙——钱学森论系统科学》一书的首发式，我深感荣幸。虽然钱老本人因为年事已高，行走不便，不能来到这里。但是，他一直心系上海交通大学的发展，一直心系这座为祖国培养出大批人才的百年校园。

钱学森在十几年前曾经讲过这样的观点，大意是：现在说到科学技术，早已经不是自然科学领域那一点知识，而是人类社会认识客观世界和改造客观世界的整个知识体系。从这个事实出发，我们要有意识地运用整个知识体系去面对四化建设中所遇到的各种挑战，而不是像传统的做法那样仅仅依靠一门或几门学科知识。在运用整个知识体系去应对我们所面对的各种挑战过程中，要求我们自身应当具有与传统不一样的认识、思想、技术和工程理念。下面中国系统工程学会副理事长于景元研究员的讲座将会涉及，我希望他的报告能够满足大家解决在这方面的疑问。

上海交通大学为了让更多的人理解和认识钱学森这一观点，编辑出版了《智慧的钥匙——钱学森论系统科学》一书，并选择在学校 109 周年校庆之际，向社会推出这本书。我想，其中的寓意是不言而喻的：那就是，学校打算进一步运用系统科学的最新发展成果，推动学校各方面工作的开展，用第一流的成绩来实现上海交通大学在 21 世纪新的崛起，取得新的辉煌。我作为上海交通大学百年历史的一个崇拜者，我相信学校有了这样的认识、魄力、胆识和行动，他们的目标一定能够实现，我也衷心祝愿上海交通大学能早日实现这个目标。

---

* 《智慧的钥匙——钱学森论系统科学》新书首发式由上海交通大学于 2005 年 4 月 7 日在上海图书馆举行。

三个故事　三种精神

王建华

我是上海交通大学电子信息与电气工程学院的博士研究生。我从小就很崇拜钱老，因为我伯父经常给我讲起我国著名科学家中的"三钱"，"一个钱学森能顶五个师"就是钱老在我心中最早的印象。上学期我们班里组织参观校史馆和钱老纪念馆，有幸看到许多珍贵的文物、史料，听到校史馆老师生动的讲解，使我又有了新的感受。特别有三件事，使我深受感动，久久不能忘怀！它们体现着钱老三种闪光的精神，是我们青年学生应该很好吸取的精神养分。

第一件事是关于钱老的爱国情怀。钱老在美国学习工作二十多年没有存一美元的养老保险金，他说因为他是中国人，根本不打算在美国待一辈子。这充分体现了钱老外出留学、做研究的目的就是为了有朝一日回来报效祖国。钱老放弃在美国优厚的待遇，到大漠深处开创我国的航天事业，这进一步印证了钱老的报国之志。钱老这种爱国精神是非常值得我们学习的！如果有机会到国外学习，我们一定要像钱老那样心怀祖国，学成后回来为祖国服务。如果毕业分配时面临祖国的需要和外国大公司优厚待遇的选择，那么我们一定要像钱老那样，把祖国的需要放在第一位。只有祖国的强大，才是我们中华民族的骄傲！

第二件事是关于钱老的科学精神。无论在学习还是做研究的过程中，钱老坚持实事求是的科学态度，不畏权威，追求真理。他曾为科学真理与他的导师争论过，与国际学术权威辩论过，事实证明他是对的。无论在历史上还是在现实中都存在权威压倒真理的现象，追求真理需要勇气，在这方面，钱老给我们树立了光辉的榜样！今天，我们的祖国正在全面落实科学发展观，充分体现了党和国家对科学规律的高度重视，给我们追求科学真理创造了良好的环境，我们青年学生更应该勇于探索，大胆创新，而不是人云亦云，裹足不前。我们要学习钱老的科学精神，勇于在学术上取得突破。

第三件事是关于钱老的治学风范。校史馆里钱老当年在交大学习时那张《水力学》试卷让我看到什么叫治学严谨！卷面书写之工整是我们青年学生中少有的。本来老师给他打了100分，但是钱老却主动要求老师扣分，只因为在一道题解答中的最后一步写了一个连等号，结果将"Ns"写成了"N"。本来这一步可写可

不写，所以老师给他判为全对。但钱老却说："要么不写，要写就要写对"，所以请求老师扣分。最后老师给他打了96分，并特意将这张试卷保存起来。看到钱老这种一丝不苟的治学风范，使我联想到我国航天发射的成功率如此之高，这次神舟六号的发射与回收分秒不差，准确着陆，这些都与钱老等老一辈科学家的严谨作风分不开。试想，这样一个巨大的工程，差之毫厘，失之千里。所以，我们在学习和做研究的过程中要学习钱老这种一丝不苟的治学作风，将来才能为祖国作出大的贡献。

总之，钱老热爱祖国的崇高品德、追求真理的科学精神和一丝不苟的治学作风深深感动着我们，是我们青年学生学习的光辉榜样。我们要把学习钱老的精神落实到学习的实际中去！

高山仰止　景行行止

史君海

钱学森是世界著名的火箭专家，是我国研制“两弹一星”的功勋，钱老和上海交大有着不解之缘。钱老早年就读上海交大机械系，现在上海交大正在筹建钱学森图书馆，并得到了钱老家人的大力支持，他们把钱老使用过的大量生活用品和钱老的重要书稿等资料都捐给了母校。这既是钱老对母校的深情厚意，也是上海交大的光荣。近日，我班党支部组织全班同学参观了钱学森文献临展，这是一个极为难得的了解钱老丰功伟绩、学习体会钱学森的科学精神和深厚的爱国主义情感的机会，大家感到既兴奋又激动。

在钱学森的物品陈列室里，给我印象很深的是钱老使用过的家具。钱老使用的一些家具如床、柜等，是钱老 1955 年回国到航天院工作时配给他使用的，单位要为他换房，他坚决不同意，他说不能脱离广大科技人员；就连这些家具也一直被钱老使用，直到 2004 年以后才被换掉。摸着这些使用了半个多世纪的家具，我被钱老艰苦朴素的生活作风深深地打动了，钱老把个人的得失看得非常轻，不讲究更不追求物质生活。钱老在个人生活上是如此的平凡，而平凡中又透出伟大。

作为科学家，钱老具有严谨的治学态度。他十分注重科技信息资源的搜集和整理。我们看到了他在美国学习工作时制作的剪报，这些剪报保存得十分整洁完好；同时也看到了钱老回国后授课的讲义手稿，字体工整，结构清晰。钱老在 1989 年获得“小罗克韦尔奖章”，作为唯一获得该项殊荣的华人科学家，钱老的科学成就得到了世界的广泛认可。可讲解员谈到这枚奖章后面的故事，让我不禁深深敬佩钱老的民族气节。钱老很早就立下了回国工作、报效国家的志愿，钱老回国受到了当时美国政府的百般阻挠和迫害，后来在周总理的亲切关怀下，历时五年回到祖国的怀抱。而在这以后，钱老再也没有踏上美国的领土，这枚奖章是由别人送到他手中的。从这枚奖章上，我看到了钱老杰出的科学成就，更看到了他对祖国深厚的感情和崇高的民族气节。

钱老是名科学家，也是一名共产党员，他说，“我本人只是沧海一粟，渺小得很。真正伟大的是中国人民，是中国共产党，是中华人民共和国！”——这是钱学森，一个马克思主义者的肺腑之言，一位人民科学家的真诚心声。以钱老为代表

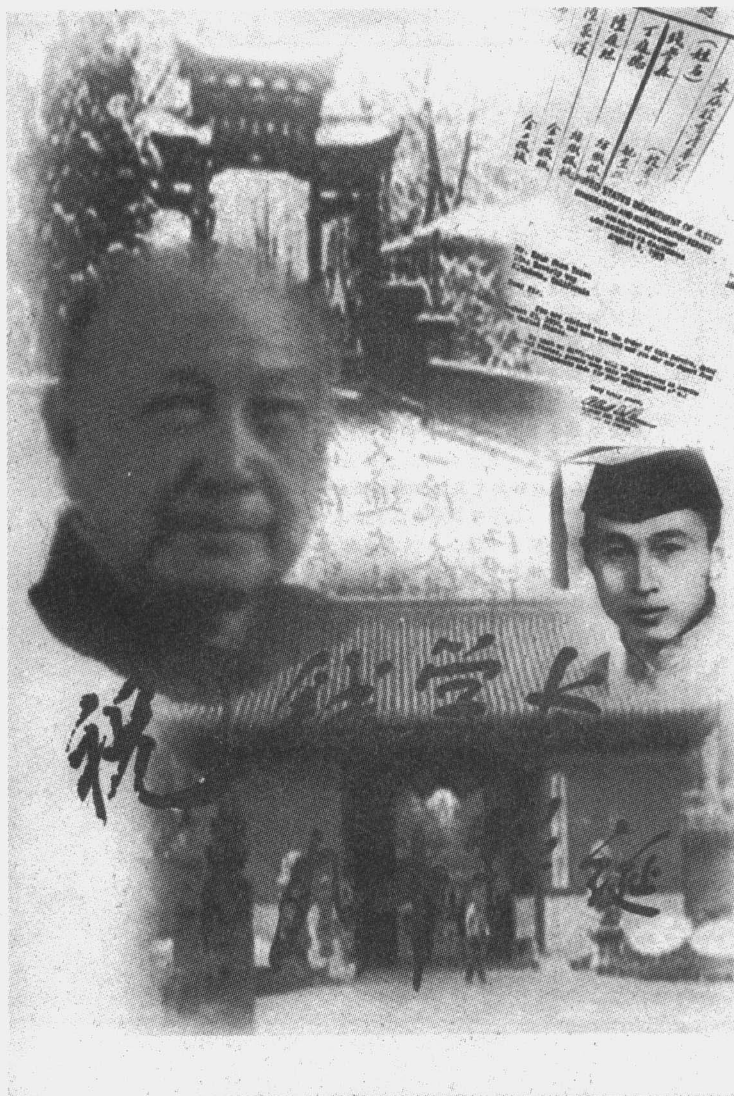
的老一辈科学工作者，当年在国家和人民最需要他们的时候，怀着赤诚之心，回到祖国，奉献青春、热血乃至生命。他们用大无畏的奋斗精神向世人展示了中国人民站起来的自豪与风采，书写了中国人民英勇顽强、不畏艰难的光荣历史，换来了日后长久的和平与安宁。他们对国家、民族的功劳很大、很大，他们向国家索取的却很少、很少。

高山仰止，景行行止。作为新世纪的知识青年，除了由衷敬仰老一辈科学家，我们又该怎样度过我们的一生？应该为祖国的不断富强和经济腾飞做些什么？从读小学到读研，十几年来一直寒窗苦读，深受国家和人民的养育和教导之恩，自己也付出了不少努力。钱老的话语虽然简洁，却让我明确了奋斗的目标。我们学习的最终目的就是为祖国和人民做出一点什么，而不是把博士学位拿来作为炫耀的资本。只有以此为目标，方能站在制高点看待个人的价值，更好地把握个人努力的方向。

这次参观，不单单是学习钱老，更是对我的志向的磨炼和人生的洗礼。那涌动在钱老心中的一腔热血，仿佛也在我心中沸腾，奔流不息，激励着我为祖国的繁荣富强做出自己的贡献，为祖国为人民的事业而奋斗终身！

（史君海为上海交通大学学生）

精神风范



钱学森：中国航天之父
——近访孙家栋院士

记者（以下简称记）：您是什么时候认识钱老的？什么时候在他的直接领导下工作？

孙家栋（以下简称孙）：最初认识他是 1958 年。我从苏联留学回来被分配到当时的五院一分院总体设计部工作，钱老是五院院长兼一分院院长。钱老非常重视总体部的工作，经常来检查指导。后来，由于工作职务的变动，在设计、研制、生产、试验中，我与钱老接触越来越多。1968 年成立空间技术研究院（即七机部五院，五院已在 1965 年改制为七机部），钱老是七机部副部长兼任五院院长。他向组织上推荐，点名把我调到五院，直接在他的领导下工作，可以说是耳提面命，经常接受他的教诲，受益匪浅，感触颇多。

他建议建立我国的航天工业

记：您能否给我们具体介绍一下钱老回国后的工作情况？

孙：我认为钱老贡献最大的，是他对开创我国航天事业建立的不朽功勋。归国后的第二年，也就是 1956 年 2 月，他就向党中央、国务院呈递了《建立我国国防航空工业的意见书》，并分别向毛泽东、周恩来和几位元帅陈述自己的想法，其中最重要的内容就是建立我国的航天工业。他的意见受到党和国家领导人的高度重视。中央经过慎重研究，决定建立筹备机构，并很快于 1956 年 10 月 8 日成立了我国的导弹、火箭研究机构——第五研究院，由钱老任院长。当时，新中国刚刚建立几个年头，工业那么落后，经济和科学技术力量那么薄弱，钱老刚从美国回来就提出我们自己搞导弹，而且义无反顾地担起院长的重担，是要承担很大风险的。他出于强烈的爱国热情，在进行科学分析的基础上作出了令人折服的判断，满怀信心地带领我们干起来，以他的威望、智慧和魄力，为国家、为中华民族做了一件名垂青史的大事，人们称他为“中国的航天之父”，那是名副其实、当之无愧的。

记：当时的情况怎样？

孙：1958 年毕业回国后，组织上分配我到五院去搞火箭导弹。导弹是什么样

子？怎么设计？怎么制造？我心里一点儿底也没有。听领导和同志们给我讲五院成立的背景，讲国家的需要，讲有钱老这样的世界知名科学家带领，有党和国家的特别重视和支持，我的信心逐步增强了。再一看周围的同志，有学力学、数学、化学、纺织、文史的，五花八门，就是没有一个学导弹的，我们学航空的倒是与导弹专业最接近，这进一步增强了我的信心。钱老亲自给我们讲授导弹概论，还请庄逢甘教授讲空气动力学，请梁守槃教授讲火箭发动机，请朱正教授讲制导等等。经过艰苦的谈判，苏联陆续支援我们几发模型弹，派来一些专家。虽然两年后苏联撕毁协议，撤走了所有专家，带走了所有图纸资料，但在党中央"自力更生，奋发图强"方针的指引下，从仿制到独立研制，我们很快走出了一条独立自主发展航天事业的道路。从 1960 年第一枚近程导弹研制试验成功至今，我们的运载火箭已经有 11 个系列，可以发射各种轨道的航天器；从 1970 年第一颗卫星发射成功至今，我国已经形成多功能、多用途的应用卫星体系；神舟飞船多次成功发射，第一次载人航天飞行圆满成功，实现了中华民族千年的飞天梦想。中国航天事业走过了将近半个世纪的路程，回头来看，钱老那种建立在科学思考基础上的魄力，那种为国家、为民族不怕担风险的大无畏精神，影响着我的一生，他的威望、学识和人格影响着一代甚至几代人。

他带领我们走出一条正确的技术道路

记：*钱老在我国航天事业的创建中功不可没，那么，他在航天事业的发展中发挥了什么作用？*

孙：在宏观上，中央对发展航天事业制订了正确的方针，聂荣臻元帅提出了"自力更生为主，力争外援和利用资本主义国家已有的科学成果"的指导思想，中央把它确定为老五院的建院方针。怎样贯彻这个方针？钱老从技术上带领我们走出了一条正确的道路。

钱老很重视科研，在他的努力下，逐步建立起一支强大的能攻关克难的科研队伍。他常说，如果没有自己的科研队伍，不搞科研，只搞生产，那就只能仿制。在钱老打下的基础上，航天科技工业几代领导都很重视抓科研队伍建设，抓科研工作。现在，当时形成的预研一批、研制一批、生产一批的"三步棋"指导思想仍然在指导我们的工作。

钱老以他的远见卓识，带领我们制订了正确的发展规划，避免了走弯路。导弹火箭怎么发展？20 世纪 50 年代中期，他主持制订了 12 年规划，我们提前完成了。接着制订"八年四弹"规划，这个工作我参加了，仍是钱老主持。他经常听取我们的汇报，和我们一起讨论，审查我们的计算结果。这个计划虽然在"文化大革

命”期间受到干扰，但后来也完成了，它的实施使我国的导弹火箭研制生产上了几个台阶。空间技术研究院建立后，卫星研制、应用事业怎样发展，又是钱老主持，制订了“三星规划”，即东方红一号、返回式卫星和同步轨道通信卫星，为空间科学事业的发展奠定了基础。我作为空间技术研究院的院长，体会更深。

记：请您结合导弹和卫星研制的情况，详细谈谈钱老在我国航天事业发展中提出的思路。

孙：在研制导弹初期，我们从仿制到自行设计阶段，面临的一个重要问题就是怎样搞设计——要有个程序，先办什么，后办什么，在什么条件下才能办成。为了解决这个问题，钱老提出研究流程，理清各设计环节间的关系，对整个设计过程画流程表。钱老提出两个很重要的观点：第一要有总体设计部，对一些扯皮的复杂问题，从总体优化的角度加以协调；第二就是系统工程。我国的航天系统工程实际上是从画网络图开始的。我觉得这两个方面对推动我国航天事业的发展、对航天队伍的建设起到了非常重要的作用。我在导弹总体部时，就制订了我国导弹研制的第一部管理流程，对产品设计及其审查验证、数据准确性鉴定、设计和生产的质量管理、人员和物资管理都有了明确规定。按这个流程办事，大大提高了研制工作相互间的协调性，大大提高了型号研制的速度和质量。

比如我国第一颗卫星，当时对总体方案有两种思路：一是搞成科学探测卫星，二是搞成工程卫星。搞科学探测卫星要有严格的姿态控制，卫星上要安装一套姿态控制系统，再加上几台科学探测仪器。那样的话，就复杂了，做成工程卫星则简单得多。工程卫星考核什么？如果发射圆满成功，那就证明我们掌握了发射卫星的一些技术。有了这套工程技术，要搞科学探测，装上仪器就行了。钱老反复研究了这两种方案，坚决主张上第二方案。经过高层决策，1970 年，“东方红一号”发射一举成功。当时，我们做了五颗样星，结果第一颗星就成功了。1971 年，我们用一颗备份星装上探测仪器，作为“实践一号”科学探测卫星发射，也成功了。

钱老在卫星的发展上思路非常清楚：“东方红一号”重点解决工程问题，把队伍带起来；科学探测卫星打成后，马上先搞“急用的、实用的”，上马返回式卫星；返回技术解决后，再进入同步定点轨道，搞通信卫星。这实际上是钱老发展近地卫星的重要思路，即“第一能上去，第二能回来，第三占领同步轨道”。走了这三步棋，近地卫星的基础技术我们就都掌握了。这个思路今天说起来好像很简单，但在当时很了不得：除了美、苏（俄）、中，至今还没有其他哪个国家搞返回式卫星，不是他们不需要，而是不敢搞。敢不敢跨这一大步、作这个决策，需要一定的物质、技术基础，也需要智慧和勇气。当时，我们第一颗卫星打成，讨论下一步怎么走时，大家七嘴八舌，讨论得很热烈，是钱老拍了板，大家齐努力，一步步干成了。

他是人民的科学家

记：与钱老共事多年，您对他的为人如何评价？

孙：钱老平易近人，尤其对青年人非常爱护。他给我们讲课，大家都爱听。在一院时听他讲《导弹概论》，到五院搞卫星后，我们不懂，他便自编教材，讲《星际航行导论》。他坚持每周都拿出时间和我们讨论重要技术问题。那时我们都是年轻人，他是世界知名科学家，我们向他汇报工作时，一开始心里总有点紧张，但钱老很和蔼，总是笑呵呵地。他很少直接批评我们，总是启发式地教育。有一次开会，天气比较冷，门窗都关着，有人抽烟，其他人就呛得咳嗽。钱老什么也不讲，站起来打开门窗，冷风一吹，抽烟的同志这才发觉不妥，马上把烟熄灭了。

钱老为人严谨。有一件事使我终生难忘。上个世纪 60 年代后期，我们自行研制的一种新型火箭即将运往发射基地。其中惯性制导系统有一个平台，要装四个陀螺，如果陀螺能够很精确地装好，就再拆下来包好，运往发射基地。在总装车间，第一个陀螺装上了。车间师傅说四个陀螺是一批生产的，第一个能装上，其他三个也应该没问题。时间这么紧，是不是可以不再试装了？我想，师傅说得有道理，就同意了。没想到，到了发射场装配时，那三个怎么也装不上。我赶紧向钱老报告。他听到后并没有批评我，告诉我仔细研磨后再装。加工时，他也来到现场察看我们排除故障的情况。那种精密部件的研磨很费时间，我和工人师傅从下午 1 点一直工作到第二天凌晨 4 点，他也一直陪我们到凌晨 4 点。这件事给我印象太深了，虽然他没有批评我，但他那种无声的力量使我感到比批评更严厉。从此，哪怕一点小事我都认真办，不敢有丝毫马虎。

钱老的崇高品德还表现在他敢于负责，勇于替下属和青年同志承担责任。一次，我们新研制的一种导弹在发射试验时失败了，经分析，主要原因是发动机和控制系统出问题了，与总体设计和协调不够有关。我们总体部压力很大。在分析故障原因、总结教训时，钱老看到我们灰溜溜的，就主动给我们减压。他说："如果说考虑不周的话，首先是我考虑不周，责任在我，不在你们，你们只管研究怎样改进结构和试验方法，大胆工作。"钱老一席话一下子把我们的顾虑都打消了。在平常工作时，他总是鼓励我们大胆发表意见，并且诚恳地说："你们的建议如果成功了，功劳是大家的；如果失败了，大家一起总结教训，责任由我来承担。"几十年干航天，每当遇到重大问题不好下决心时，想起他的鼓励，我就把自己的想法如实讲出来，和同志们探讨或供领导决策。我当了领导后，看到年轻人工作上有什么差错，也会像钱老那样，敢于替他们担责任，鼓励他们放下包袱，把事情办好。

记:钱老是怎样看待自己的?

孙:前不久,温家宝总理看望钱老,我们在电视广播中看到钱老精神矍铄,心里非常高兴。钱老曾经说过:"我作为一名中国的科技工作者,活着的目的就是为人民服务。如果人民最后对我的一生所做的工作表示满意的话,那才是最高的奖赏。"这段简短的人生座右铭,是他为祖国、为人民鞠躬尽瘁、一生以科学态度追求真理的真实写照。

(本文原载《光明日报》2005 年 10 月 12 日)

作为一名共产党员的钱学森

涂元季

钱学森是我国著名科学家。他的爱国主义情操，他对新中国科学技术事业和“两弹一星”事业的贡献众所周知。然而，让钱老引以为自豪的是，他是一名共产党员。他为什么要加入中国共产党？他是怎样入党的？入党以后，他又是怎样严格要求自己，做好一名普通党员的？在今天全党进行保持共产党员先进性教育活动中，把钱老这些鲜为人知的事迹公之于众也许是有益的。

追根溯源，钱学森早年虽不是共产党员，但他一贯追求进步，思想“左”倾。上个世纪 20 年代，当钱学森还是一名青少年时就接受过进步教育。他晚年常常回忆说，他在师大附中读书时，语文老师董鲁安思想进步，在课堂上除了讲授语文知识以外，还常常用较长时间讨论时事，批判北洋军阀政府的腐败无能。这使他对旧中国有了初步认识，暗自下定决心，一定要奋发学习，争得民族自强。

钱学森在交通大学读书时，好友之中有几位地下党员，他自己也参加过共产党外围组织的活动，读过马克思、布哈林等人的书。他在美国学习、工作期间正值第二次世界大战。他虽身在异国，但心系祖国的抗日战争，经常和几位好友聚在一起，谈论战争形势，对祖国的命运表示了深切忧虑。这些好友之中，如 F·J·马林纳、S·威因鲍姆等都是美共党员。他的另一位好友、诺贝尔化学奖获得者 L·鲍林虽不是美共党员，但思想更激进，二战后曾积极反对战争，争取世界和平，由于他这方面成就卓著，还获得诺贝尔和平奖。

20 世纪 50 年代，美国处在麦卡锡主义横行的年代，钱学森的这些交际和社会活动引起了美国当局的注意。由于他参与了美国导弹的研制和美军尖端武器发展规划的制定等高度机密性工作，他的这些表现曾使得美国右翼势力相当紧张。1950 年，当他提出要回到新中国时，便立即受到严酷的政治迫害：在长达 5 年的时间里失去了人身自由，当局还经常对他严加审讯，千方百计逼他承认自己是“共产党员”、非法入境。面对强大的敌人，钱学森充分表现了中华民族的崇高气节和随机应变的机智勇敢，理直气壮地驳斥对他的诬陷。美国联邦调查局已公开的档案曾这样记载一次审讯情况：

在经过多次正面审讯，钱学森均不承认自己是共产党员以后，检察官想转着

弯地引钱学森上钩。他在一连串的例行提问以后，突然问钱学森忠于什么国家的政府。

钱学森略作思考，回答说："我是中国人，当然忠于中国人民。所以我忠心对于中国人民有好处的政府，敌视对中国人民有害的任何政府。"

检察官追问："你说的'中国人民'是什么意思？"

钱学森答："四亿五千万中国人。"

检察官说："这四亿五千万人现在分成了两部分，那么我问你：你是忠于在台湾的国民党政府，还是忠于在大陆的共产党政权？"

钱学森答："我认为我已经说过我忠于谁的原则了，我将根据自己的原则作出判断。"

检察官再问："你在美国这么长时间，你敢发誓说，你是忠于美国政府的吗？"

钱学森答："我的行动已经回答了这个问题，在第二次世界大战中，我用自己的知识帮助美国做事。"

检察官又问："你现在要求回中国大陆，那么你会用你的知识去帮助大陆的共产党政权吗？"

钱学森说："知识是我个人的财产，我有权要给谁就给谁。"

检察官又说："那么你就不让政府来决定你所应当忠心的对象吗？"

这一下钱学森可抓住了他的把柄，义正辞严地回答说："不，检察官先生，我忠于谁是要由我自己来决定的。难道你的意愿都是美国政府为你决定的吗？"

检察官狼狈不堪。第二天洛杉矶报纸上的大字标题是："被审讯的不是钱学森，而是检察官！"

钱学森就是这样在美国度过了5年的漫长岁月，直至1955年经中国政府和周恩来总理的营救，他才回到日夜思念的祖国。

回国后，钱学森目睹了新中国欣欣向荣的发展景象，看到共产党的各级领导廉洁奉公，全心全意地为人民服务的光辉形象。所有这一切，都使这位在旧中国度过漫长黑夜的科学家大为感动。在学习了党的知识以后，他深深地认识到，党的事业是非常伟大的。而他个人不管有多大本事，如果不依靠党组织，他所追求的祖国强盛梦想是无法实现的。所以他回国不久就萌生了入党的愿望。1958年初，他向组织郑重提出入党要求。

据当时的科学院党组书记张劲夫同志回忆：一天晚上学森同志到他家，谈了自己在美国的遭遇，并郑重提出入党请求。张劲夫对钱学森要求进步的动机给予肯定和鼓励。钱学森找到当时科学院秘书长杜润生和力学所党的负责人杨刚毅作入党介绍人，并在1958年4月6日向组织写了长达7页纸的"思想检查"，对自己过去的历史作了详细交代，还深挖了回国以后的思想。比如，他说自己对思想

改造的艰巨性、长期性认识不足，一回国就急着要把杭州老家的房产交给国家。以为把那点东西一交自己就成为“无产阶级”了，“思想就轻松了”，可国家偏偏不接收，弄得他思想很不愉快。他说，这其实是自己“资产阶级思想的一种幼稚病”，还“没有下决心从根本上改造自己的人生观、世界观”。

由于他认识深刻，这份“思想检查”得到了组织的肯定。同时力学所支部召开有部分群众参加的支部大会，征求广大党员和群众的意见。大家在会上都发了言，既肯定钱学森的进步，也坦率地提出了自己的意见。钱学森认真听取大家的意见并作了详细记录，至今他十分珍视保留的记录稿纸就有 8 页。比如，有人说钱学森不接触工农群众，有知识分子的“臭架子”。钱学森在会议结束时表示虚心接受大家的意见，一定在行动中注意改正缺点错误。

不久，在 1958 年的“大跃进”运动中，毛主席号召“除四害”，力学所组织全所人员到北京郊区农村去赶麻雀。钱学森觉得这是接触农民群众，改造自己的好机会，便一起参加了。这件事很快被中央领导同志知道了，立即批评力学所党的负责人，说不能这么简单化地理解知识分子要接触工农群众的口号，像钱学森这样的科学家，党有更重要的事请他办，以后这样的活动再不要让他参加了。

对于中央领导同志的关怀，钱学森十分感谢。1958 年 4 月 19 日他又向党写了长达 8 页的“交心”材料，进一步谈了他对党的各项方针政策的认识，尤其是对反右斗争的认识。因为有人提出他在反右斗争中还去看望钱伟长，在经济上接济“现行反革命分子”清华大学教授徐璋本的家属，政治立场不坚定，思想上划不清界线。钱学森在“交心”材料中深刻检讨了自己的错误。

像这样的事在那个年代其实是司空见惯的，今天的人们不值得大惊小怪。党组织对钱学森是十分爱护的，他写的这些材料当时都定为“绝密”级，不准向外扩散。鉴于钱学森对党的深厚感情和对党认识的提高，组织上决定发展他入党。1958 年 9 月 24 日钱学森正式填写“入党申请书”，1958 年 10 月 16 日力学所支部召开有部分群众参加的支部大会，正式讨论钱学森入党问题。全体党员一致同意钱学森入党，也诚恳地给他提出了意见和希望。比如，有人提出钱学森和院领导如张劲夫、裴丽生、杜润生等关系很好，但对力学所党的领导尊重不够，一些业务上的重大问题不征求他们的意见。钱学森在支部会上老老实实承认了自己的缺点，说他在思想上觉得张劲夫、裴丽生等人虽不懂科学，但很能干，有领导水平，所以有问题总愿意向他们请示。在他的思想深处确有瞧不起力学所党支部负责人的想法，遇事就很少找他们商量。经过大家的帮助，他认识到“这是不尊重党的领导的表现”，是一个“严重问题”，他“一定从思想深处提高认识，坚决改正”。

钱学森是心口一致，说到做到的。他在以后的工作中和力学所历任党支部、党总支负责人，像晋曾毅、杨刚毅等同志都建立了良好的同志式工作关系。他在

晚年也常常念叨这些老同志在他刚刚回国时对他的帮助和支持。他也很感谢同志们在支部大会上给他提的意见。他说:“像我这样的人上面很重视,如果我飘然自大,不尊重本单位领导,那也做不好工作。同志们及早指出我这方面的缺点,使我在以后的工作中时时注意这个问题。我后来在工作中和老五院、七机部、国防科委及国防科工委的领导同志都能处好关系,搞好团结,是与支部大会同志们的帮助分不开的。”

1959年1月5日,科学院党委通知力学所党总支:钱学森“已被接收为中国共产党预备党员,预备期一年,自1958年10月16日至1959年10月16日”。

1959年11月12日,力学所所办支部大会一致通过钱学森转正。从此,这位科学家就成为中国共产党的一名正式党员了。

钱学森对自己的政治生命十分珍视,他后来说,他曾经为自己成为一名共产党员激动得彻夜难眠,这是他这一生中仅有的三次激动之一。今天的年轻人也许不理解钱老的这种思想感情,因为他们没有钱学森那样曲折复杂的人生经历。试想,一个自幼追求进步但又不是党员的人,在美国却背上“共产党”的罪名,遭受了那么大的磨难,一旦他几十年的愿望终于实现,真的成为一名光荣的共产党员了,他怎能不激动得彻夜难眠?

钱学森参与创建的“导弹航天”事业举世瞩目,震撼全球,但他从不居功自傲。他一贯反对别人称他为“导弹之父”或“航天之父”;他总是以实事求是的态度告诉大家:像“两弹一星”这样的大科学工程,不是哪一个两个人能干成功的。“一切成就归于党,归于集体”,这是他的肺腑之言。

入党以后,不管是在工作中还是在生活上,他总是以共产党员的标准严格要求自己,1966年在我们国家进行第一次“两弹结合”飞行爆炸试验的现场,他一直冒着生命危险站在发射塔下,直到原子弹与导弹对接操作全部完成,他才撤回指挥室,请聂荣臻元帅下达点火命令。他的无声行动给现场操作官兵以极大的信心和力量。上世纪60年代初,在国家遭遇三年自然灾害的困难时期,他为党分忧,毫不犹豫地把自己两部科学巨著所得大笔稿酬作为党费上交组织,同时在个人生活上他又节衣缩食,和全国人民一道共度难关。

钱学森同志党性原则极强。只要是党组织决定的事,他从不说二话,坚决执行。比如他一直坚持不准给他写传。有人迫不及待地写,他知道后非常生气,曾十分严厉地说:“我还没死,你们急什么!”他在这个问题上的态度之坚决真是达到令人敬畏的程度。

然而,当他听说《中共党史人物传》是经中央批准的,他已被列入,要写一个几万字的传略条目时,他不再坚持己见了,完全服从组织的决定,并嘱咐说:“我想,写传不是为写传而写传,更不能为个人歌功颂德去写传。而是要通过写传反映一

个时代，反映我们党在那个时代的科学技术成就；总结过去的经验教训，指导以后的工作。所以，第一，要实事求是；第二，千万不要写出矛盾来，我绝不和任何人争功劳，特别是关于我们国家‘两弹一星’，我过去多次讲过，一切成就归于党，归于集体，我本人只是恰逢其时，做了该做的工作，仅此而已。这就是我的观点，是实事求是的观点，你要按照这个观点去写。”

从这段谈话我们可以看出，钱学森同志在放弃个人意见，服从党组织决定时，他的态度绝不是消极的，这就是钱老的党性原则。

作为一名共产党员，钱学森同志的可贵之处还在于他不仅始终坚信党的事业，坚持党的基本理论，而且十分注意学习党的方针政策，紧紧跟上党的前进步伐，保持共产党员的先进性。党的理论刊物《红旗》杂志从 1958 年创刊号，到后来改名为《求是》杂志，他每期必读，直到今天 94 岁高龄。他一生订阅《人民日报》、《光明日报》、《解放军报》、《北京日报》等党刊党报，阅读党报之认真，达到了令人难以置信的程度。几十年来他一直坚持亲手将报章杂志上的有用文章、新闻和消息剪下来，粘贴整齐，注明日期，分类装袋归档。仅仅是剪报材料就有 629 袋，计有 24 500 多份，在钱老家里整整挤满 5 个大书柜。学习报刊尚且如此认真，学习中央文件、中央领导同志讲话等等就更不用说了。

钱老这种活到老，学到老，前进到老的坚韧不拔毅力，使他的思想不断升华，境界不断提高，从早年的一位爱国者，成长为一名共产党员，并进而成为一名优秀党员，科技界的楷模。

今天，钱老尤感欣慰的是以胡锦涛同志为总书记的新一届党中央，高举邓小平理论和“三个代表”重要思想伟大旗帜，提出了以人为本的科学发展观，并在十六届四中全会通过了《中共中央关于加强党的执政能力建设的决定》，提出“科学执政、民主执政、依法执政”的理念。他由衷拥护中央的决定。他晚年之所以大力倡导系统工程和系统科学，就是力图运用现代科学技术体系的所有成就，探索“科学地”建设社会主义的理论和方法。有了科学发展观和科学执政的理念，他的那些系统科学思想都可以逐步得以实现。

钱学森同志已经 94 岁高龄了，今年又正值他回到祖国 50 周年。他在国外立志学有成就，报效祖国，使祖国再不受列强的欺凌，使人民能过幸福安康的生活。他在成为世界知名学者以后，历尽千辛回来了。50 年来，他把自己的知识和智慧全部无私地奉献给了他的祖国和人民。他像春蚕一样为人民吐尽了蚕丝。他所得到的是一个强大的祖国和繁荣的社会主义大厦。而他，仍住在 40 多年前的老房子里不断地学习，紧紧地跟上党的前进步伐，始终保持共产党员的先进性。

（本文原载《人民日报》2005 年 6 月 2 日）

钱学森的科学思想和科学精神

于景元

一、科学视野中的钱学森

1. 钱学森的科学历程

钱老的科学历程大致分为三个阶段。

1935～1955 年：

这 20 年是在美国度过的。钱老在回顾这段经历时，曾说“我从 1935 年去美国，1955 年回国，在美国待了 20 年。20 年中，前三四年是学习，后十几年是工作，所有这一切都在做准备，为了回到祖国后能为人民做点事。我在美国那么长时间，从来没想过这一辈子要在那里待下去。我这么说是有根据的。因为在美国，一个人参加工作，总要把他的一部分收入存入保险公司，以备晚年退休之后用。在美国期间，有人好几次问我存了保险金没有，我说一美元也不存，他们感到很奇怪。其实没有什么奇怪的。因为我是中国人，根本不打算在美国住一辈子。”

钱老 1934 年毕业于上海交大机械工程系。1935 年入麻省理工学院航空系学习，1936 年获硕士学位，同年秋转到加州理工学院应用力学系学习。师从力学大师冯·卡门，于 1939 年获得了航空、数学博士学位，并开始了与冯·卡门教授先是师生后是亲密合作者的情谊。卡门第一次见到钱学森时，看到的是一位个子不高、仪表严肃的年轻人。他异常准确地回答了卡门教授的所有提问，钱的思维敏捷和富于智慧，顿时给卡门教授以深刻的印象。后来，卡门是这样评价钱学森的：“钱和我一起解决了许多数学难题，我发现他很有想像力，他善于将自然现象中的物理图景直观化，并将这种能力与他的数学天赋很好地结合起来。尽管他还是个青年学者，但已能在一些很难的问题上帮助我澄清自己的一些想法。这样的天才是不多见的。我和钱成了亲密的同事。”

这段时间，钱老的主要研究领域有应用力学、喷气推进，应用力学又包括空气动力学和固体力学。他在这些领域中都做出了重要贡献，成为当时著名的青年科

学家。

还在1937年时，钱学森和他的同学F.J.马林纳开始了火箭的探索和研究，那时的火箭、导弹属于科学幻想，甚至被有些人看成是歪门邪道。马林纳、钱学森，还有几位年轻人组织了一个小组进行火箭研究，钱学森首先对火箭研究的文献进行调研和分析，并向小组提供了研究报告，提出解决火箭设计中的几个理论问题，诸如燃烧室的温度、火箭的理想效率、燃烧室喷嘴设计、发动机推力计算等。这项探索得到了冯·卡门的支持。他们除了理论研究外，还要进行实验，卡门允许他们利用学校实验室设备进行实验。但随后的多次试验都失败了。火箭试验产生的腐蚀气体损坏了仪器。有一次爆炸差一点使马林纳丧生，污染性气体弥漫着办公楼很多房间，呛得人们透不过气来。全校师生从此戏称他们是一个"自杀俱乐部"。

但是"自杀俱乐部"并未因此灰心丧气，他们把设备搬到市郊一个干涸的河床进行试验。就是这里后来发展成为美国著名的喷气推进实验室(JPL)，是美国火箭的摇篮。

1938年，正值二次大战，火箭小组的工作引起了美国军方的注意，他们首先找到了冯·卡门，征询是否值得支持。卡门明确表示支持这样的科学探索。从此这一工作得到了美国政府支持，并列为一项重要的机密性研究。美军原始型的"下士"导弹就是他们开始设计的。钱老负责理论组并把林家翘、钱伟长等也请来了，进行弹道分析、燃烧室热传导计算等问题。

1945年，纳粹德国战败，美国派出以冯·卡门为团长的科学咨询团，考察英、德、法的航空研究，特别是法西斯德国火箭技术发展情况。卡门提名钱学森为科学咨询团的团员。科学咨询团回来后编写了"向新的高度迈进"的展望性报告，共九卷，为美国战后飞机、火箭和导弹的发展提出了长远规划蓝图，其中有5卷由钱老执笔。这些报告以书籍和论文形式发表，在科学界产生了巨大反响，奠定了钱学森在力学、喷气推进火箭等领域的权威性地位。此时钱老已成为举世公认的应用数学、力学、空气动力学和火箭技术权威，航空航天技术的先驱。特别要指出的是，他1949年提出的"火箭旅客飞机"的概念，就是现在美国人搞的航天飞机原型。由此可以看出钱老超前的科学思想和科学远见。

1948年，祖国的解放事业胜利在望。钱学森看到了回国的希望，便开始准备回国。为此他首先要求退出"科学咨询团"以及辞去美国海军炮火研究所顾问的职务。1949年5月20日钱老收到曹日昌教授写给他的信，转达即将解放的祖国召唤他回国服务，为新中国航空工业建设贡献力量。

钱学森加紧了回国的准备，以实现他多年的夙愿。他对夫人蒋英说"祖国要解放了，我们该回去了。"

1950 年，美国国内形势发生骤变，麦卡锡主义横行，全国掀起了一股反共浪潮。1950 年 6 月，两名美国联邦调查局的人来到钱老办公室，指控钱老是共产党员，属非法入境。并于同年 7 月，取消了钱老参加机密研究的资格，移民局要驱逐他出境。钱老当机立断，决定马上回国。但美国国防部认为钱学森太有价值了，他们要插手此事。不能让钱学森回到共产党中国去。美国防部海军部副部长金贝尔打电话到美国司法部说："无论如何都不能让钱学森回国，他太有价值了，在任何情况下他都抵得上 3～5 个师的兵力，我宁可枪毙了他，也不要他回共产党中国。"

1950 年 9 月 7 日，美国当局以莫须有的罪名逮捕了钱学森。但钱学森毕竟是著名科学家，经加州理工学院朋友们的抗议和多方努力，15 天后被保释出来，但美国当局仍继续对钱老进行监视和跟踪。

在 1950～1955 年这段时间里，钱老受到特务监视失去了人身自由，给他精神造成了很大压力，但他仍然将自己的主要精力放在教书和研究工作上，他的美国朋友马勃教授敬佩地说，环境的险恶并没有吓倒这位执著的科学家，他在不到半年的时间里，很快调整了自己的心态，以坚强的毅力和非凡的才华，又开创了两个新的领域，这就是工程控制论和物理力学。当 1955 年钱老回国去向恩师冯·卡门教授告别时，带着《工程控制论》一书和《物理力学讲义》送给卡门，卡门饱含深情地说："你现在在学术上已超过了我。我为您感到骄傲。"

经过中国政府特别是周恩来总理的亲自干预，通过中美大使级会谈，终于使钱学森回国的愿望实现了。1955 年 10 月 8 日，钱学森终于回到了阔别 20 年的祖国。1955 年 10 月 29 日晨，钱学森全家来到天安门广场，在新中国第一面国旗升起的地方，钱老感叹道"我相信一定能回到祖国，现在终于回来了"。

在美国这 20 年是钱学森科学生涯中第一个创造高峰，他在多个学科和领域上做出了开创性贡献。

1956～1982 年：

在这 26 年中，钱老一方面为中国科学院组建了力学研究所，发展我国技术科学事业，另一方面他把主要精力放在开创我国火箭、导弹和航天事业上。

1956 年 1 月，钱老回国不到三个月时间。力学所成立。

1956 年春，钱老参加了新中国第一个长远规划，即"1956～1967 年科学技术发展远景规划纲要"（简称 12 年科学规划），由周总理亲自领导，数百名科学家参加。他主持"喷气和火箭技术的建立"专项，对推动这一事业的发展发挥了重要作用。

1955 年 11 月 25 日. 钱老到哈尔滨军事工程学院参观，迎接他的是陈赓大将（军事工程院院长）。在参观中陈赓问钱老："钱先生，您看我们能不能自己造出火

箭、导弹来?”钱老脱口而出:“有什么不能的,外国人能造出来的,我们中国同样能造得出来,难道中国人比外国人矮一截不成?”陈赓大将握着钱老的手说:“好,我就要您这句话。”

后来钱老才知道,陈赓是受国防部长彭德怀元帅的指示,专程赶回哈尔滨,专门请教钱学森的,也许是因为这句话,决定了钱学森从事我国火箭、导弹和航天事业的生涯。

1956 年 2 月 17 日,一份由钱学森起草的关于“建立我国国防航空工业的意见书”递到了周总理的案头(当时为了保密起见,用了“国防航空工业”代替火箭、导弹技术)。1956 年 3 月 14 日,周总理主持中央军委会议讨论“意见书”,决定由周恩来、聂荣臻和钱学森筹备组建导弹、火箭科学研究的领导机构——航空工业委员会。还决定按照钱学森的建议组建导弹火箭的科研机构、设计机构和生产机构。1956 年 10 月 8 日,钱老回国一周年,我国第一个火箭、导弹研究机构——国防部第五研究院成立,钱学森为院长。这就开始了他作为新中国火箭、导弹和航天事业技术领导人的长期经历。

当时的新中国,科技、经济都很落后,又缺乏科技人才,连汽车都造不出来,还要造出导弹、火箭来,可以想象,这是多么艰难的事情。

当时的情况是,我们有世界一流的火箭、导弹科学家钱学森,但大多数人还不知道导弹是怎么回事。钱老就向当时分配来的 143 名大学生讲“导弹概论”。新中国的导弹事业就是在这种一边学习,一边讲课,一边结合具体工作,边学边干情况下起家的。导弹总体、空气动力学、发动机、弹体结构、推进剂、控制系统、元器件、无线电、计算机、技术物理等几个研究室相继都建立起来了。如果没有钱学森,谁又能懂得这些呢? 可以说,当时没有任何人能取代钱学森,这可能就是美国人说的“钱学森太有价值了”。

1957 年,钱老作为聂老总的科技顾问访问苏联,争取苏联的技术援助,苏方提供的教学和科研弹 P-1 和 P-2(即后来我们说的东风 1 号)。这对缩短研制周期,培养人才确实起了很好的作用。

1960 年 11 月 5 日,仿制苏联援助的 P-2 导弹发射试验成功,当时在现场的聂总激动地说:“在祖国的地平线上,飞起了我国自己制造的第一枚导弹,这是我国军事装备史上一个重要转折点。”

1964 年 6 月 29 日,我国自行研制的东风 2 号导弹发射成功。当时在现场的张爱萍将军,激动地高呼“科学万岁”、“科学家万岁”。这次试验成功揭开了我国火箭、导弹发展史上新的一页,标志着我国已基本上掌握了独立研制火箭、导弹的一套复杂技术,也标志着 12 年科学规划提前完成了! 此后,钱老提出“我国地地弹发展途径的意见”,从 1964～1972 年,研制出“东风 2 号甲”中近程导弹、“东风 3

号”中程导弹、“东风4号”中远程导弹和“东风5号”洲际导弹。

1965年根据中央决定，以国防部五院为基础组建了第七机械工业部，钱老任副部长，仍然负责技术领导工作。

1966年，钱老亲自主持了导弹、原子弹两弹结合的飞行爆炸试验，并取得了圆满成功。毛主席听到这一消息后.兴奋地说："谁说中国人搞不出导弹核武器？现在不是搞成了吗？赫鲁晓夫不给我们这些尖端技术，极好，逼得我们自己干出来，我看要给赫鲁晓夫一个一吨重的勋章。"

这次试验的第二天，美国“纽约时报”用这样的文字报道了这一重大事件："一位15年中在美国接受教育、培养、鼓励并成为科学名流的人，负责了这项试验，这是对冷战历史的嘲弄。在1950～1955年中，美国政府成为这位科学家的迫害者，将他视为异己的共产党分子予以拘捕，并试图改变他的思想，违背他的意愿滞留他，最后才放逐他出境，回到他自己的祖国。"

1968年成立了中国空间技术研究院，钱老任院长，组织编制了“人造卫星、宇宙飞船十年发展规划”。1970年4月24日我国第一题人造卫星发射成功，随后，通信卫星、广播卫星、气象卫星、返回式卫星等都相继取得了成功。标志着我国航天技术进入了世界航天大国之列。在这些基础上，21世纪初，我国又进入了载人航天阶段。

1970年，钱老调到国防科工委任副主任。负责和管理的科学技术范围就更大了，不仅有导弹、航天，还涉及到核、飞机、船舶等。

以两弹一星为代表的，这种大规模的科学技术工程，如何把成千上万的人组织起来，以较少的投人，在较短时间内研制出高质量可靠的型号产品，这就需要一套科学的组织管理方法与技术。钱老在开创我国火箭、导弹和航天事业中，同时也开创了一套既有中国特色又有科学普遍意义的系统工程管理方法与技术。在研制体制机制上，是研究、设计、生产和试验一体化，在组织管理上是总体设计部和两条指挥的管理方式。用今天的话说，就是把体制、机制创新，组织管理创新与科技创新有机结合起来，实现了综合集成创新。两弹一星的研制成功，也是系统工程应用和实践的成功，而系统工程的形成和应用，早已超出了自然科学技术范畴。

钱老在这26年期间，用自己渊博的知识为祖国开创了一个新的尖端科技事业，不仅充分展现出他的科学技术才能，还展现出他的组织管理才能，在周总理、聂老总的直接领导下创出了一个国内外公认的奇迹。这也是钱老一生中第二个创造高峰。

1982年～现在：

1982年，钱老由于年龄关系从国防科工委副主任位置上退下来，辞去了国防

科研一线领导职务，先是任国防科工委科技委副主任，后任高级顾问。这时他的科学思想更加活跃，涉及的科学领域更加广泛，驰骋在整个现代科学技术体系中。不仅自然科学，还有社会科学，特别是在自然科学和社会科学的结合上，做出了许多开创性贡献。钱老还深入学习和研究马克思主义哲学，并用马克思主义哲学指导自己研究工作。钱老曾说过："我认为今天科学技术不仅仅是自然科学工程技术，而是人类认识客观世界、改造客观世界的整个知识体系，而这个体系的最高概括是马克思主义哲学。我们完全可以建立起一个科学体系，而且运用这个体系去解决中国社会主义建设中的问题。"

在这个阶段，钱老全力投入到学术研究之中，他所涉猎的学科范围之广，学术思想之活跃，创造性之强，十分罕见。这也就形成了钱学森一生中的第三次创造高峰。钱老以讨论班、学术报告、出版著作和发表论文以及通信等方式，提出新概念、新思想、新理论与新方法。在这个过程中，他一直倡导学术民主的学风，而他自己也正是这样做的。

在钱老的科学历程中，有一个非常突出的鲜明特点，就是他的系统思维和系统思想。这是他取得各种成就的重要原因之一。在这个阶段上，他的系统思想发展到了新的阶段，达到了新的高度，形成了钱学森的综合集成思想、综合集成方法、综合集成理论、综合集成技术与综合集成工程的体系，这就是钱学森综合集成体系。这套体系不仅有重要的实践意义，更有重大的科学价值。

2. 钱学森的科学领域与成就

钱学森的科学领域广泛，学科跨度大又跨层次，说清钱学森的科学领域和成就并不是一件容易的事情。

现代科学技术的发展呈现出既高度分化又高度综合的两种明显趋势。一方面是已有学科不断分化、越分越细，新科学、新领域不断产生（以"分"为主），另一方面是不同学科、不同领域之间相互交叉、结合以至融合，向综合性整体化方向发展（以"合"为主）。这两种趋势是相辅相成、相互促进的。在这后一发展趋势中，不仅有同一领域内不同学科的交叉、结合，特别是不同领域之间，如自然科学、社会科学、人文科学之间的相互结合以至融合，这已成为现代科学技术发展的重要特点。在这后一趋势中，先后涌现出系统科学、管理科学、软科学、复杂性科学、非线性科学等等。在这个方向上的理论和应用研究，具有重要的科学价值和实践意义，它对客观世界的认识更加全面深刻，改造客观世界的能力也就更强。

从上述这个角度来看，钱学森科学历程中的第一阶段，主要在自然科学技术领域内，如在应用力学、物理力学、喷气推进，而火箭、导弹的研制则更有工程实践的特点。但这一时期，他所创建的工程控制论，已不完全属于自然科学

技术范畴，而属于系统科学范畴。也就是说，这时钱学森已进入跨学科、跨领域的研究之中。在第二阶段，钱学森开创中国火箭、导弹和航天事业中，更多的是工程实践：要造出产品来！这就需要广泛应用自然科学领域中多种学科和多种技术，并综合应用到实践中。由于钱学森在自然科学领域中的渊博知识，当时没有任何一个人能取代他成为"科技主帅"的位置，从而使他成为中国"导弹之父"和"航天之父"。在这一时期，如何组织管理这样大规模的科技工程，钱老把他早年开创的工程控制论又进一步发展，形成了系统工程，这又开创了一种新的组织管理技术，这项技术已超出了自然科学技术范畴，是系统科学体系中的应用技术，从而进入到综合性整体化的发展趋势中。

在钱老科学历程的第三阶段上，他所建立的系统科学体系，成为现代科学技术向综合性整体化发展的最有基础性的学问。他不但从前一发展趋势中各个领域、各门学科吸收营养来构建系统科学，如创建系统学；又能从系统科学角度去思考"分"的趋势中的各学科的发展，提出新的领域和新学科，如把人脑作为复杂巨系统来研究，形成了"思维科学"，把地球表层作为复杂巨系统来研究，形成了"地理科学"，把人体作为复杂巨系统来研究，形成了"人体科学"等等。这就是"分"与"合"这两种趋势的相互促进作用。

钱学森在这个阶段中，在"分"与"合"的两个趋势上以及相互促进中，都做出了许多开创性贡献，表现出他杰出的科学才能和科学智慧，展现出大科学家的风格和风采，可以说是独领风骚。

3. 钱学森的科学思想

钱老晚年花费很大心血，把主要精力集中在系统工程的推广应用和系统科学理论研究上。系统科学是从事物整体与部分、全局与局部以及层次关系的角度来研究客观世界的，客观世界包括自然、社会和人自身。能反映事物这个特征最基本的重要概念是系统。所以系统是系统科学研究的基本对象，这与自然科学、社会科学、人文科学不一样，它能把它们联系起来作为系统进行综合性研究，这也就是为什么系统科学具有交叉性、综合性、整体性与横断性的原因，使它处在现代科学技术发展的综合性整体化这个方向上。

钱学森对系统科学提出了一个清晰的结构，这就是处在应用层次上的是系统工程，处在技术科学层次上直接为系统工程提供理论方法的有运筹学、控制论、信息论等，而处在基础理论层次上的便是系统学。

对于系统的研究，一个是认识系统，另一个是在认识系统的基础上去改造和运用系统，这就要有正确的科学方法论和方法。对于简单系统、简单巨系统已有了相应的方法和方法论，问题是对复杂系统和复杂巨系统（包括社会系统），却是

个新问题，不是已有科学方法所能处理的，需要有新的方法论和方法。

从近代科学到现代科学的发展中，自然科学采用了从定性到定量的研究方法，所以称为“精密科学”，而社会科学、人文科学由于研究对象的复杂性，通常采用从定性到定性的思辨和描述性方法，所以这些学问称为“描述科学”。系统科学是要走“精密科学”之路，那么它的方法是什么？仅靠自然科学方法或社会科学方法行吗？实践表明都解决不了系统问题。

在自然科学中，还原论方法发挥了重要作用，这种方法是把研究的对象分解成部分，以为部分都研究清楚了，整体也就清楚了，按着这个方法论，物理学对物质结构的研究已到了夸克层次，生物学对生命的研究也已到了基因层次。但现实的情况却告诉我们，认识了基本粒子还不能解释物质构造，知道了基因也回答不了生命是什么，这些事实使科学家们认识到“还原论不足之处正日益明显”。这就是说，还原论方法由整体往下分解，研究得越来越细，这是它优势方面，但由下往上回不来，回答不了高层次整体问题，这又是它不足的一面，所以仅靠还原论方法还不够，还要解决由下往上的问题。这就是复杂性科学所说的涌现问题。

意识到这一点更早的科学家是彼塔朗菲，他是位分子生物学家。当生物学研究已发展到分子生物学时，用他的话来说，对生物在分子层次上知道得越多，对生物整体反而认识得越模糊。在这种情况下，他提出了整体论方法，强调还是从生物整体上来研究问题。但限于当时的科技水平，整体论方法没有发展起来，还是从整体论整体，从定性到定性，解决不了问题。但整体论方法的提出，却是对现代科学技术发展的重要贡献。

20世纪70年代末，钱学森提出把还原论方法和整体论方法结合起来，即系统论方法。80年代末90年代初又先后提出“从定性到定量综合集成方法”以及它的实践方式“从定性到定量综合集成研讨厅体系”（以下两者简称为综合集成方法），这就将系统论方法具体化了，形成了一套可以操作的行之有效的方法体系和实践方式。它是人机结合、人网结合以人为主的信息、知识和智慧的综合集成的方法与技术。它的实质是把专家体系、信息和知识体系以及计算机体系有机结合起来，构成一个高度智能化的人机结合体系，这个体系是有综合优势、整体优势和智能优势。它能把人的思维、思维的成果、人的经验、知识、智慧以及各种情报、资料和信息统统集成起来，从多方面定性认识上升到定量认识。这类方法最适合于跨学科、跨领域、跨层次的交叉性、综合性研究。许国志院士曾说，钱学森的综合集成方法是对现代科学技术发展的里程碑式的贡献。

运用综合集成方法形成的理论就是综合集成理论，钱学森创建的系统学，特别是复杂巨系统学就是这方面理论的体现。把综合集成方法应用到技术层次上，

就是综合集成技术，系统工程就是用于管理系统的综合集成技术。

把综合集成理论和技术应用到改造客观世界的实践中，就是综合集成工程。

钱学森是最早提出把还原论和整体论辩证统一起来的科学家，从而形成了他的系统论思想，也就是综合集成思想。它不仅是系统思想的重要发展，也是科学思想的重要发展。从这个角度看，综合集成方法是综合集成思想在方法论层次上的体现。综合集成理论和技术是综合集成思想在科学与技术层次上的体现，而综合集成工程则是综合集成思想在实践层次上的体现。这样从综合集成思想到方法、理论、技术和实践，形成了一个完整、系统和全面的钱学森综合集成体系。钱学森的这个贡献，不仅是对中华民族的贡献，也是对整个人类的贡献，是一笔宝贵的知识财富和精神财富。

钱老的科学生涯丰富多彩，从早年在“分”的一头到晚年在“合”的一头，并能在两个趋势中相互促进，涉猎学科之多，领域之广泛，层次之高，做出了许多开创性贡献，取得了重大成就。钱学森是一位名副其实的科学大师。

二、人民视野中的钱学森

1. 钱学森的爱国主义精神

钱老是一位具有高度爱国主义精神的科学家，他具有高尚的民族自尊心、民族自信心和民族气节。

1941 年，马林纳看到喷气推进是一项很有发展的事业，建议加州理工学院办一个公司，制造喷气推动发动机零部件，出售给军方，这个建议得到了卡门的支持，并在 1942 年成立了航空喷气公司。由于战时需要和火箭导弹事业发展，该公司合同订单滚滚而来。规模不断扩大，后来这个公司发展成为美国导弹的主要承包商。钱老一开始就被聘为该公司顾问，帮助解决研制生产中的问题。马林纳作为好友，几次劝说钱老参与公司的股权，但均被钱老婉言谢绝了。马林纳当然不知道，在这位中国人的心里，早已拿定主意，决不在美国呆一辈子，因此也不想发这笔“洋财”。

钱老早年研究航空、火箭、导弹这些军事领域的尖端技术，但当时他就注意到这些尖端技术可以转为民用。他将风洞原理用于风车发电就是一个典型例子。他在这项研究计算中，所选取的海拔高度 8 公里以上，这正是中国的自然条件. 可见其爱国之心。

1955 年，钱老为争取早日回国，想通过陈叔通老先生联系以取得中国政府的帮助，在给陈老的信中说：“无一日、一时、一刻不思归国，参加伟大的建设高潮。”

“心急如火，唯恐错过机会。”1955 年 8 月 5 日，钱老接到美国政府通知，可以回国了。他们立即去买机票或船票，生怕夜长梦多，形势有变。当他们听说最快起航的克里夫兰总统号远洋船，只剩下三等舱船票时，他们决定不管几等舱船票，只要能早日离开美国回国就行。

钱老回国后再也没去过美国，虽然美方通过各种方式邀请他，但都被他拒绝了。当时的中央领导胡耀邦同志也关心过此事。后来美国当局的代表又和我有关方面谈钱学森访美的事，意思是：钱是一位著名科学家，他曾在美国工作很长时间，特别是第二次世界大战期间和战后一段时间，钱对美国的科学技术做出了很大贡献。50 年代初的麦卡锡时代，是美国历史上一段黑暗时期，许多正直的美国科学家也无端地受到迫害，所以那一段时间的美国政府那样对待钱是很不公平的。我查过当时的档案，我这么评价是有根据的。

于是他和中方探讨，美国政府能做些什么来弥补从前在这个问题上的过失。他又说，他和美国科学院、美国工程院讨论过钱在美国的工作，如果钱来美国，授予他美国科学院院士和美国工程院院士的称号是没有问题的。考虑到钱的老师冯·卡门曾获美国政府颁发的最高科学成就奖。钱是卡门最得意的学生，美国政府也可以授予他这一荣誉。这种颁奖仪式一般都在白宫举行，如果钱来美国接受这项荣誉，我不能保证总统一定出席，但可以保证，至少副总统一定会出席，并亲自给钱颁奖。

钱老接到这个报告后说：“这是美国佬耍滑头，我不会上当。当年我离开美国是被驱逐出境的，按美国法律规定，我是不能再去美国的，美国政府如果不公开给我平反，今生今世决不再踏上美国国土。”钱老又说：“如果中国人民说我钱学森为国家、为民族做了点事，那才是最高奖赏，我不稀罕那些外国荣誉头衔。”

2. 钱学森的政治信仰和信念

钱老认为，马克思主义哲学是人类认识客观世界的最高概括，也是现代科学技术的最高概括，它的核心是辩证唯物主义。它反映了自然界、人类社会和人类思维的普遍规律，因此，全部科学、理论都应坚持马克思主义哲学为指导，不能违背马克思主义哲学的基本原理。同时，又不能把马克思主义哲学作为万古不变的教条，要不断以各门具体科学的成果来丰富、完善、发展马克思主义哲学，甚至凡是人类通过实践不断积累起来的一切知识来丰富马克思主义哲学。马克思主义哲学是建立在科学基础上的，是科学的哲学，是人类知识的最高概括，也是人类智慧的最高结晶。这就是为什么钱学森坚定地相信马克思主义哲学。在钱老提出一个人类知识体系结构，在这个体系结构中，马克

思主义哲学处在最高端。

他曾说过："我近 30 年来一直在学习马克思主义哲学，并总是试图用马克思主义哲学指导我的工作。马克思主义哲学是智慧的源泉！而且一个马克思主义者是绝不会不爱人民的，绝不会不爱国的。"

钱老一生中，有过三次异乎寻常的激动。第一次就是他的老师卡门称赞他"你现在学术上已超过了我"，第二次激动是 1959 年，钱老加入了共产党，钱老说："这个时候我心情非常激动，我钱学森是一个中国共产党的党员了！"第三次激动是 1991 年，当时由中共中央组织部把雷锋、焦裕禄、王进喜、史来贺和钱学森作为解放 40 年来在群众中享有崇高威望的优秀共产党员代表。钱老说："我心情激动极了。我现在是劳动人民一分子了，而且与劳动人民中最先进的分子连在一起了。"从这三次激动中，可以看出钱老政治信仰、信念的坚定性。

钱学森是一位具有高尚思想情操和品德的人，这也是他取得重大科学成就的重要原因之一。

一是对待金钱的态度。钱学森一生对金钱看得很淡。他当年放弃在美国的优厚生活条件坚决回到当时还很落后的祖国，为国效劳，回国后完全靠工资生活。除了工资外还有一些稿费收入，晚年也曾得到过较大笔的科学奖金，但都统统捐了出去，包括：

(1) 1958 年《工程控制论》中文版稿费（千元以上，在当时是很大一笔收入）捐给了中国科技大学力学系，资助贫困学生买书和学习工具。

(2) 1962 年和 1963 年，《物理力学讲义》、《星际航行概论》两书出版，稿费也在千元以上，当时正是三年困难时期，钱老及其家人和全国人民一样，也是勒紧裤带过日子，但是这么大一笔稿费，钱老作为党费交给了党小组长。

(3) 1978 年，又交了一笔党费。钱老的父亲钱均夫老先生原是全国政协文史委员会委员，1969 年去世。由于"文革"的原因，1966 年就停发工资。1978 年落实政策时，补发钱均夫老人家的三年工资共 3000 多元。钱老是钱均夫老人家唯一的儿子，有权继承，但钱老认为，父亲已去世多年，这笔钱他不能要，最后仍以党费交给了组织。

(4) 1995 年钱老获何梁何利奖 100 万港币，甚至未经过他的手，就捐给了我国西部治沙事业作为沙产业发展基金。

(5) 2001 年又获"霍英东杰出奖"，奖金也是 100 万港币，钱老同样捐给了沙产业发展基金。

二是对待地位的态度。钱老常说："我是一名科技人员，不是什么大官，那些官的待遇，我一样也不想要。"钱老是国防部五院院长，后任副院长，这是钱老自己提出报请周总理批准的。1981 年钱老 70 岁时，主动写报告，请领导免去他国防科

工委副主任职务，并推荐了三位接班的人。直到1982年，钱老的愿望才实现，但又任命他为国防科工委科技委副主任。

1985年科协二届五次全会一致通过建议由钱学森任三届主席，但钱老个人不同意，后来方毅、杨尚昆、邓颖超出面找钱学森谈话，劝他出任三届科协主席，这才勉强同意了。

大家知道钱老是全国政协六、七、八届副主席，但七届任满时，他给政协领导写信，请求八届政协不要安排他的工作。但这个报告没被批准，直到1998年八届政协换届时，钱老才从全国政协位置上下来。

三是对待荣誉的态度。科学界都很关心院士的称号，不是院士的人想争取当个院士，但钱老却相反，两次写信请求免去院士称号。1992年，他给当时中科院院长周光召写信：

周光召院长：

近得1992年第6次学部委员大会通过并经国务院同意的“中国科学院学部章程《试行》，看到其中第24条说学部委员可以申请辞去学部委员称号。您是知道的，我几年前即有此意。近日来，更因年老体弱，已不能参加集会作学术及其他活动，故已不能完成中国科学院学部委员的任务。据《章程》规定及个人情况，特申请辞去我的学部委员称号。

以上请您批办。

此致

敬礼！

钱学森

1992.9.21

周光召当然不会同意的，即使他同意也没有权力批。

1985年钱学森作为第一获奖人荣获国家技术进步特等奖，获奖项目是战略导弹。钱老获此殊荣当之无愧，但钱老却说“这次评奖是分项目评的，我参加评奖不合适，因为我不在这些项目的任何一个项目之中，我在所有项目之上。”颁奖之后，钱老又说“我明确表示不要这个奖，他们还是把我排进来。这样一来，这个项目的总师屠守锷就成了第二获奖人，这很不合适嘛！但毫无办法。”

1991年授予钱老“国家杰出贡献科学家”荣誉称号，这是一项很高的荣誉。至今只有钱学森获此殊荣。钱老在授奖仪式的讲话中说：“刚才各位领导讲我钱学森如何如何，那都是千千万万人劳动的成果啊。我本人只是沧海之一粟，渺小得很。真正伟大的是中国人民、是中国共产党、是中华人民共和国。”当时新闻媒体

都对钱老作了大量宣传报道，但钱老很清醒，他说："在今天的科技界有比我年长的、有和我同辈的，更多的则是比我年轻的，大家都在各自的岗位上，为国家的科技事业作贡献。不要因为宣传钱学森过了头，影响别人积极性，那就不是我钱学森个人问题了，那就涉及到全面贯彻落实党的知识分子政策问题。"

此后第二年"五一节"前夕，召开全国劳模大会，钱学森被评为全国劳动模范，并请钱老出席大会。钱老说："请他们务必不要如此。党和国家给我的荣誉已经很高了，不要把荣誉都堆到一个人头上，务必将这一荣誉授给别人，以便调动大家积极性。"

1964年，一位远在新疆建设兵团农学院的年轻人郝天护给钱学森写了一封信，对钱老新近发表的力学论文中一处错误，提出了自己的纠正意见。钱老给他回信中写道："我很感谢您指出我的错误！也可见您是很能钻研的一位青年。科学文章中的错误必须及时阐明，以免后来的工作者误用不正确的东西而耽误事。所以我认为，您应该把您的意见写成一篇几百字的短文，投《力学学报》刊登，帮助大家，您认为怎样？"后来郝天护写成文章"关于土动力学基本方程的一个问题"，由钱学森推荐发表在1966年3月第9卷1期《力学学报》上。

从上述这些事实中，我们可以看出钱学森崇高的思想境界和高尚品质。

三、一位富有创新精神的人民科学家

创新是一个民族的灵魂。钱学森的创新精神不仅体现了中华民族的创新精神，同时也吸收了西方国家的创新精神。

钱学森的创新领域从自然科学、社会科学到人文科学，特别是跨学科，跨领域的结合上以及理论和实践的结合上，都提出了具有原始创新性质的新概念、新思想、新理论和新方法。钱学森的创新方式，开始时是在一个学科一个领域内，如第一阶段在空气动力学、应用力学方面，但他很快就成为这一领域的权威，便开始进入跨领域的创新，如创建工程控制论，到了第三次创造高峰，他更进入跨学科、跨领域、跨层次的综合集成创新，形成了钱学森的综合集成体系。

钱学森的创新动力，一方面来自他的科学兴趣广泛，不满足于一个学科，一个领域的局部真理，孜孜不倦地追求真理，驱动着钱学森要探索更广泛领域以及它们之间内在联系，以获得更多的真理；一方面，他的研究和创新始终和祖国的社会主义建设事业紧密联系在一起，从祖国需要出发，进行科学探索和研究，并能用到实践中去。这是钱学森创新活动一个非常显著的特点。

在授予钱学森"国家杰出贡献科学家"的大会上，聂老总发来了贺信，贺信说，"学森同志毕生精力都用在为祖国、为人类科学事业的开拓进取上"。"作为世界

知名的科学家,学森同志更注意谦虚谨慎,严于律已。总是艰苦奋斗地工作,艰苦朴素地生活,从不计较个人得失。我很赞赏他的座右铭:我作为一名中国的科技工作者,活着的目的是为人民服务,如果人民最后对我的一生所做的工作表示满意的话,那才是最高的奖赏。现在,国务院、中央军委代表了全国全军授予学森同志这最高的奖赏。因为学森同志已为祖国争了光,为祖国的安全尽了力,为人类科技事业做出了卓越贡献,人民是很满意的。"

从这个角度看,钱学森是一位名副其实的人民科学家。是我国科技界的一面旗帜。作为中国人民的骄傲,1991 年国务院和中共军委授予钱学森"国家杰出贡献科学家"荣誉称号,这是 20 世纪中国科学家唯一得到的百年一遇的殊荣。

钱学森说:"我作为一名中国的科技工作者,活着的目的就是为人民服务。"事实上,钱老作为一名科学家所具有的高贵品质,他对当年留美学生返回祖国所起的巨大促进作用;以及他回国后作为中国知识分子的楷模的深远影响,在中华人民共和国历史上写下了重重的一笔。在 20 世纪世界级伟大科学家中,他的品德可以和具有无私奉献精神热爱祖国的居里夫人相媲美。

人民科学家对人类正义事业的贡献

——钱学森在二战时期的科学成就

史贵全

2005年，是中国人民抗日战争暨世界反法西斯战争胜利60周年，也是我国著名科学家钱学森回国50周年。在这样一个具有特殊意义的年份里，当我们纪念60年前人类正义战胜邪恶的伟大胜利的时候，当我们回顾钱学森的科学历程和科学成就的时候，我们会更加强烈地感受到：这位人民科学家不仅为他的祖国的强盛建立了卓越的历史功勋，而且对人类正义事业也做出了杰出的贡献，特别是他在二战时期的科学成就对世界正义力量赢得反法西斯战争胜利产生了独特的作用。

钱学森在上海交通大学求学时攻读的是铁道机械工程，1934年毕业考取清华留美公费生后，改学航空工程。他之所以要改换专业，在很大程度上是受到了"一·二八事变"的影响。1932年1月28日，日本帝国主义武装侵犯上海，日军战机狂轰滥炸，疯狂肆虐，顷刻之间繁华都市变成大片废墟和火海。尽管我空军战士英勇作战，但敌我实力悬殊，根本无法与日本空军匹敌。当时日本拥有战机2 000架，中国只有270架，且三分之二破旧不堪；日本拥有完整先进的航空工业，中国只有几个飞机修理厂，各种飞机全靠进口。残酷的现实使钱学森认识到，飞机已成为克敌制胜的利器，航空工业必将成为现代国家的重要支柱；没有强大的空军就没有国家的安全，没有发达的航空工业就没有国家的富强。1935年赴美后，他仅用一年的时间就拿下了麻省理工学院的航空工程硕士学位，次年转学加州理工学院，师从航空大师冯·卡门学习航空理论——应用力学。在攻读博士学位及毕业后的十多年中，钱学森紧紧瞄准飞机设计、火箭和喷气推进技术发展中的前沿课题，几乎全方位地进行探索，取得了一系列开创性的成果。在二战中、后期，钱学森已成为全美国顶尖的空气动力学家、航空工程与火箭技术专家。正如冯·卡门所说，钱学森的研究成果为美国航空工业和火箭技术提供了"强大的发展原动力"。

在第二次世界大战中，空中力量起到了举足轻重的作用。战前，美国的航空技术不仅大大落后于德、英等欧洲航空强国，也远逊色于疯狂扩军备战的日本。二战爆发后，美国的航空工业迅猛发展，从业人员由1939年的不足5万人猛增到

1943年底的200万人；战争期间生产的各种飞机总计20多万架，超过英、德、苏等国1倍；二战中期投产服役的战斗机的性能已遥遥领先于日本，而其重型轰炸机更是独占鳌头。在欧洲、亚洲、非洲和太平洋战场，美国战机称雄长空，为最终战胜德日意法西斯立下汗马功劳。而钱学森在空气动力学、薄壳稳定性与火箭技术等方面的研究成果对提升美国的航空技术水平及航空兵的战斗力起到了重要作用。

在二战期间，钱学森在空气动力学研究方面成果迭出，而影响最大的是“卡门一钱学森公式”。20世纪30年代初期，二战爆发之前，由于商业和军事竞争的推动，航空界已开始由低速飞行向高速飞行发展。随着战争的蔓延，制空权的重要性日益凸显，从而对飞机的速度提出了越来越高的要求。30年代末，许多高速战斗机在俯冲时已接近音速。当飞行速度接近音速的时候，空气的可压缩性开始产生作用，致使飞行阻力急剧增加，出现机翼抖振、操纵性能变坏等险情，严重时会使飞机突然丧失攀升力而急速下坠。美国曾有试飞员因此而丧身。如何改进飞机机身和机翼的外形以消除空气的压缩效应对高速飞行的制约，成为航空学界亟待解决的难题之一。正在攻读博士学位的钱学森在冯·卡门的指导下，经过艰苦细致的研究，于1939年提出亚音速气流中空气的压缩性对翼型压强分布的修正公式，即著名的“卡门一钱学森公式”。由于利用该公式可以便捷、准确地计算出翼型上的压力分布，同时还可估算出该翼型的临界马赫数，因而颇受飞机设计师的青睐。中国科学院力学研究所原所长薛明伦研究员指出：“该公式在二战期间用于高亚音速飞行器的设计，促进了二战的胜利。”事实上，在现代计算手段——电子计算机出现以前，它一直是飞机设计师们公认的最好用、最准确的计算公式。

钱学森在二战期间曾多年致力于薄壳失稳问题的研究。尽管在20世纪20年代欧美的一些航空先进国家就开始研制全金属结构飞机以取代早期的木质结构或钢架蒙布结构飞机，但直到30年代中期，随着战争对军用飞机速度要求的不断增长，全金属薄壳结构才成为飞机设计的主流技术。金属薄壳结构的强度高而重量轻，当其承受的载荷超过某一数值时，壳体会发生皱瘪而失效。这种现象就是所谓结构屈曲。飞机设计师需要精确地知道壳体载荷达到多大数值时会发生这种现象。但壳体的经典理论不能提供有价值的指导，因为据此计算得到的失效值大于实测值达3到4倍。因此，当时飞机设计师迫切需要一种能精确计算屈曲临界载荷的理论，以便设计出具有高性能的飞机结构。钱学森从1939年着手解决这一困扰航空界多年的难题。通过深入、系统的研究，他发现经典线性理论之所以失败，在于忽视了大挠度非线性影响，于是他从考虑有限挠度的弹性屈曲理论入手，于1940年提出了计算屈曲临界载荷的能量跃变准则，并依此法计算了球形薄壳、圆柱形薄壳、实心圆柱等构件在受到外部压力或轴向压力时发生屈曲的临

界载荷。中国科学院院士庄逢甘在谈及钱学森的这项研究成果时曾说："其结果与实验符合很好，很快为飞机公司所引用。"他还指出：钱学森当时的许多研究成果"不仅在学术上有很大影响，而且在实践上为多家飞机公司设计部门所采用"。

作为一名应用力学家，钱学森以理论分析、计算论证见长且以此名扬航空学界。但在日本偷袭珍珠港，美国对日宣战之后，他也开始抽暇深入加州理工学院所在地—洛杉矶地区的航空企业，以发现和解决工程设计与生产一线遇到的实际问题。20世纪三四十年代，以洛杉矶为中心的南加州是美国航空工业最为发达的地区之一，二战时期是该地区飞机制造业发展最迅猛的时期。40年代初，美国政府向该地区航空公司订购的飞机总计多达10万架；洛杉矶市航空工业的从业人数，1939年为13000人，到1941年就猛增为101000多人。道格拉斯、洛克希德等著名飞机制造公司都集中于这一地区，这些公司在二战期间研发生产了大批性能优良的军用飞机，为美国及其盟国赢得战争的胜利发挥了巨大作用。如道格拉斯公司生产的"无畏"式俯冲轰炸机在"中途岛之战"中重创日本舰队，为打破日本航空母舰的绝对优势、扭转太平洋战场上美守日攻的战略态势作出了重要贡献。"珍珠港事变"后，钱学森曾一度与他当年交大的同学、当时应冯·卡门之邀从密西根大学来加州理工学院工作的周明鸂，一起去道格拉斯公司研究解决飞机设计中遇到的应用力学问题。

加州理工学院是美国最早开展火箭技术研究的机构之一，在二战期间该校的喷气推进实验室已发展成为美国火箭导弹技术的一个重要研发中心。喷气推进实验室起源于钱学森的好友、师兄马里纳(Frank Malina)在1930年代中期发起的火箭研究小组。钱学森于1937年加入了这个小组，由于他数理功底深厚、擅长分析计算而在小组中担当着理论家的角色。加入该小组几个月后，他就研究解决了火箭设计中遇到的若干理论问题。他为此而写的总结报告被收进火箭小组的论文选集，该选集被小组成员视为火箭研究的"圣经"。时值第二次世界大战即将全面爆发，火箭小组的研究引起了美国军方的注意。1938年5月，美国陆军航空兵团司令阿诺德(Henry Arnold)访问加州理工学院，对火箭研究表现出特别的关注。由于预见到美国卷入世界大战及美日在太平洋地区的争夺将不可避免，几个月之后，阿诺德即要求加州理工学院研制火箭助推起飞装置，以使军用飞机、特别是重型轰炸机借助该种装置得以在航空母舰及太平洋小岛的短跑道上起飞升空，为此与校方签订了协议，并给予经费资助。钱学森投身于火箭研究的初衷是研制探空火箭以供科学探测之用，并没有将其用于军事的想法。然而，自1937年"七七事变"日寇发动全面侵华战争以来，身处异邦、痛感报国无门的他，此时意识到这一研究可以直接服务于反法西斯战争、有助于打击日寇时，便与马里纳等同伴毅然改变研究方向，全力以赴投入火箭助推起飞装置的研究之中。他们经常日以

继夜地工作，有时晚间钱学森和小组其他成员一起去马里纳家中进行讨论、分析、计算，当夜深人静、凉气袭人之时，他们打开电暖气继续工作；有时钱学森独自一人在研究室工作到深夜。尽管从 1940 年起，因火箭研究计划被美国政府列为高度军事机密，钱学森作为侨民无法获得参与资格，被迫退出研究小组一年多，但 1941 年 12 月日本偷袭珍珠港后，面对共同的敌人日本法西斯，中国成为美国的盟国，钱学森很快就通过了美国宪兵总司令部的安全考核，从而获得了参与国防科学研究委员会、海军、陆军及航空兵团等军事部门的一切机密研究计划的资格。钱学森重返火箭小组，大大加快了研制进度。此时，美国军方对这项研究的经费投入也大幅度提高，1942 年高达 12.5 万美元，而此前从 1939 年到 1941 年年均经费只有 1 万多美元。经过大量分析计算、实验研究和多次飞行试验，火箭小组终于在跨入 1942 年的头几个月里在推进剂制造上取得了突破，从而解决了制约整个研究工作的最大难题。4 月 15 日，冯·卡门、马里纳、钱学森和火箭小组其他成员在摩哈维沙漠中的一个机场上又进行了一次飞行试验。一架重达 9 吨、配有二个助推火箭的道格拉斯 A-20 轰炸机在火箭点火的一刹那，一声轰响，犹如弹射一样飞跃而起，以前所未闻的陡峭角度跃入蓝天。马里纳激动地喊道："我们现在掌握了真正的利器，可以给法西斯主义好看！"这次试验意味着美国第一个火箭助推起飞装置研制成功，正如冯·卡门所说：这是"美国实际应用火箭的开始"。

为了成批量地向军方产销火箭助推器，火箭小组于 1942 年创办了航空喷气公司，冯·卡门任总裁，钱学森担任技术顾问，到年底时公司员工已达 120 人。随着美国参战规模的不断扩大，特别是当美国及其盟国谋划在太平洋战场对日发起反攻并在欧洲开辟第二战场之时，军方对加州理工学院的火箭及相关研究课题的资助迅猛增长，1943 年计划在下一会计年度的拨款增为 65 万美元。这一年，公司接到美国海军的大笔订单，大量生产装备航空母舰舰载战机的火箭助推器。

火箭助推器是美国最早基于火箭与喷气技术的研究成果装备部队并投入实战的军工产品。作为这项研究计划负责人的冯·卡门最清楚钱学森在其中所起的作用，他说："钱对加州理工学院喷气助推起飞计划的实现做出过重大贡献。"

在第二次世界大战期间，钱学森参与的军工研究项目远不止于火箭助推器。就在 1940 年因侨民身份一度退出高级军事机密研究项目之际，他还为冯·卡门主持建造的一个由陆军兵工部门出资、用于弹道试验的超声速风洞完成了设计方案论证和分析计算。1942 年初获得参与高级军事机密研究计划资格后，他陆续承接了陆军航空兵团、兵工局等多家军事单位的一连串研究任务，向军方提交了一系列研究报告，其中影响较大的有：喷气射流泵、远程火箭飞行特性、冲压发动机，等等。

此外，钱学森在战时还为培养美军第一批火箭与喷气推进领域的军事技术干

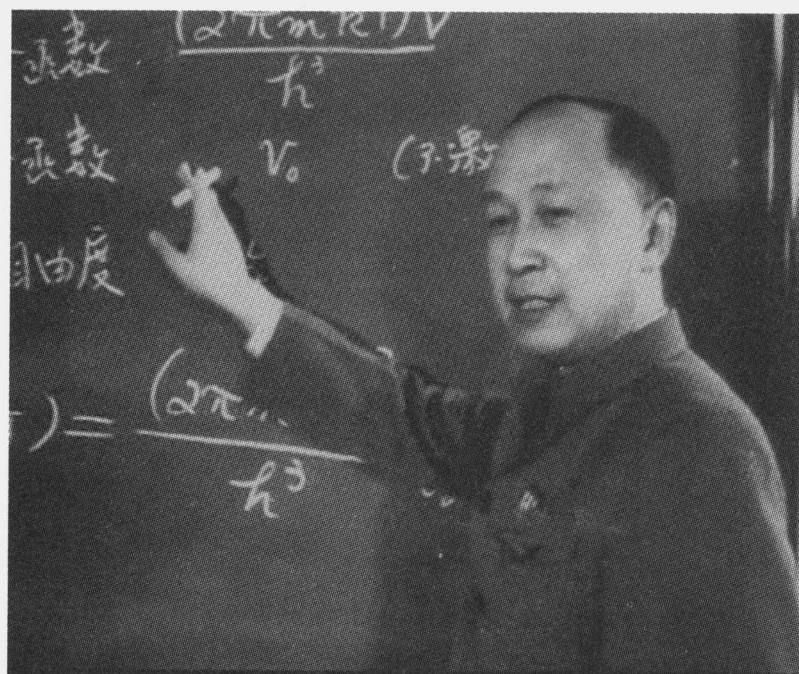
部做出了很大贡献。1942 年美国军方遴选一批军官到加州理工学院学习火箭与喷气推进方面的研究生课程，钱学森应聘主讲喷气推进原理、工程数学等核心课程。他为此而编写的教材《喷气推进》因极具权威性成为以后十几年间不可或缺的参考书。

钱学森在二战时期的科学成就及其对世界反法西斯战争胜利的贡献赢得了美国学术界和军方的一致肯定与赞扬。冯·卡门曾著文写到：钱学森在二战期间的研究工作“大大促进了高速空气动力学和喷气推进技术的发展”。1945 年 12 月，陆军航空兵团司令、五星上将阿诺德在一封正式信函中说，钱学森在火箭和喷气推进等领域作出了“无价”的贡献。美国国防科学研究委员会科学研究与发展局对钱学森在战时的表现也大为赞赏，认为他“在参加国防科学研究委员会科学研究与发展局所作计划的工作中，对第二次世界大战作出了成功的贡献。”1946 年，陆军兵工局也充分肯定钱学森 1939 年 9 月到 1945 年 9 月在喷气推进研究方面的成就，赞扬他的工作“成绩卓绝”。

钱学森在二战时期不平凡的科研经历和卓越成就，既为世界反法西斯战争的胜利作出了历史性的贡献，也成为他回国后作为技术负责人领导我国火箭导弹和航天事业的重要基础。然而，由于当时麦卡锡主义的横行和美国当局对新生的中华人民共和国的敌视，钱学森在二战时期参与军事科研工作的经历竟然成为他回归祖国的障碍。经过长达五年的奋勇抗争，在人民和政府的强有力的声援和支持下，他终于回到祖国。归国 50 年来他所建立的卓越的科学功勋表明，钱学森的科学成就既属于中国，也属于世界，因为他在创建中国火箭导弹和航天事业中起到了他人不可代替的作用，而中国国防科技事业的发展壮大也成为战后维护世界和平不容忽视的因素。

（史贵全为上海交通大学档案馆研究员，博士）

中国航天50年



钱学森与中国航天科技50年

赵少奎

2006年10月8日，我们迎来中国导弹航天事业创建50周年，这是我国在十分艰难的条件下，开创、发展国防尖端科技事业，从无到有、攻关拔寨、惊心动魄的50年，是从艰辛走向辉煌的50年。钱学森院士为此付出了近半个世纪的心血、智慧和辛勤的劳动，在中国导弹航天发展史上取得了无人可以比拟的重要地位。可以说，他是中国导弹航天事业的开创者；中国导弹航天事业发展的宏观谋划战略家；中国重大导弹航天技术开发的指导、决策者；中国重大导弹航天计划管理的运筹、组织者；我国中、青年科技工作者的良师益友；我国科学技术自主创新的楷模。

一、中国导弹航天事业的开创者

新中国刚刚诞生，百废待兴，当时的美帝国主义在我国东南沿海部署了一个"新月形"战略包围圈，妄图把新中国扼杀在摇篮之中。中国要生存、要发展，不能没有巩固的国防，党中央和军队的领导人为此日夜操劳。

1995年10月，钱学森回到祖国，12月就由中央安排，赴东北考察，在哈尔滨军事工程学院受到专程赶到哈尔滨的陈赓大将的接见。陈赓大将急切提出他考虑了很久的问题："钱先生，您看我们能不能自己造出火箭、导弹来?"钱老几乎是毫不思索，直率、胸有成竹地回答："有什么不能的，外国人能造出来，我们中国同样能造出来，我们又不比他们矮一截。"陈赓大将高兴地说："好！很好！我就要你这句话。"

钱学森掷地有声的话与党中央一拍即合。1956年2月27日，钱老又向党中央提交了《建立我国国防航空工业的意见书》，对如何发展我国导弹航天技术，从组织、科研、设计、试验和生产等方面提出了组织国家规模高科技工程的总体思路和实施方案，进一步推动党中央、毛主席做出了高瞻远瞩的战略决策，启动了中国的导弹航天事业。

在评价钱学森开创我国导弹事业的贡献时，聂帅由衷地指出[1]："从培训干部做起，克服重重困难，终于用4年时间，于1960年冬成功地发射了我国制造的第一

枚中近程导弹。接着又用4年时间，成功地发射了我们自行研制的中近程导弹。然后又用2年时间，于1966年我们有了自己的中近程导弹原子弹。短短10年里，我国导弹核武器得到飞速发展，国防力量有了很大的加强，从而震惊中外，使我国跻身于世界强国之列。这是与学森同志出色工作分不开的。”因此，在我国导弹航天开创阶段，他是无人可以取代的。诚如涂元季同志指出[2]“没有他的积极建议与推动，中国的火箭导弹和航天事业的开拓与创建，至少要往后推迟若干年”，这是完全符合实际、十分中肯的。

二、中国航天事业发展的宏观谋划战略家

钱学森在《建立我国国防航空工业的意见书》[3,4]指出：“健全的航空工业，除了制造工厂之外，还应该有一个强大的为设计服务的研究及试验单位，应该有一个做长远及基本研究的单位。自然，这几个部门应该有一个统一的领导机构，做全面规划及安排的工作。”《意见书》还提出了我国导弹、火箭事业初期发展的组织方案、发展计划和具体实施步骤，提出了包括任新民、罗沛霖、梁守磐、庄逢甘等21人的专家名单。钱学森的《意见书》，实际上是中国发展导弹、火箭与航天事业的行动纲领和总体谋划方案。

1956年春，周恩来总理组织数百名科学家、技术专家制定了“1956～1967年科学技术发展远景规划纲要”，由钱学森主持拟订了“喷气和火箭技术的建立”的规划[3,4,5]

1958年1月9日，钱学森主持制定国防部五院第二个五年计划期间的研制规划。

1964年春，钱学森负责制定了我国地地弹道导弹发展的“八年四弹”规划，得到中央批准，并组织实施。

1965年1月8日，钱学森正式提出“早日制定我国人造卫星研究计划，并列人国家计划”的报告[3,4]。

1968年5月30日，作为中国空间研究院院长，钱学森直接领导编制了“我国人造卫星、宇宙飞船十年规划（草案）”[3,4]。

1974年9月，钱学森主持国防科委会议，邀请军委、海军领导和有关部委领导听取了七机部一院“关于向太平洋海域发射我国远程运载火箭的试验方案和请求开展我国首次远洋考察的报告”，当即部署了国防科委着手安排我国远洋考察工作，全面启动了我国首批太平洋海域远程运载火箭试验的准备工作。

现在回顾我国导弹航天事业走过的辉煌历程，我们可以清晰地看到一位高瞻远瞩的大科学家对我国国防科学技术发展辛勤操劳、登高望远的身姿。在我

国航天科技开创和大发展时期，为了我国导弹航天事业的发展，他付出了一位航天科技宏观谋划战略科学家的辛勤劳动和聪明才智，做出了不可磨灭的重大贡献。

三、中国重大航天技术开发的指导者、决策者

在我国航天事业的起步阶段，周恩来总理、聂荣臻元帅就明确地建立了技术决策由科学家负责的规矩。在周总理、聂帅亲自过问、身体力行下，真正形成的“尊重知识、尊重人才”的工作环境下，钱学森和一批确有真才实学的科学家、技术专家真正有了用武之地。

1960年春，在我国导弹与火箭研制刚刚起步的关键时刻，苏联赫鲁晓夫集团单方面撕毁了中苏技术合作协定，撤退全部专家，使我国导弹与火箭事业发展面临新的重大抉择。当时国防部五院曾提出两种地地导弹发展技术途径，在聂帅“先学走路，再学跑步”的正确思想指导下，钱学森果断地暂缓了东风三号导弹研制，支持先行研制东风二号改进型导弹，为我国自行导弹研制做出了具有重大意义的发展途径决策。

1966年，两弹结合试验。遇到十分棘手的弹头装核装置适应性设计难题，是钱学森以其渊博的学识和工程科学研究的实践经验，果断做出了决策，并协助聂老总在1966年10月27日组织实施了我国，也是世界上首次导弹核武器联合试验，震惊了全世界。

1970年，我国第一颗卫星发射。在研制运载火箭过程中，遇到一系列技术难题，其中有一个运载火箭滑行段推进剂晃动问题，成为研制过程的拦路虎。钱学森亲临实验现场，做出了科学的判断。指出：这一现象是在近于失重的状态下出现的，原来的晃动模型已经不成立了，不会影响正常飞行[3,4]。试验证实钱学森的判断是完全正确的，保证了我国第一颗人造卫星按照预定计划顺利升空。

其他诸如：

20世纪70年代，我国洲际导弹弹头防热系统设计、工艺攻关与试验工程；导弹命中精度分析、测量与试验鉴定工程等联合攻关；

20世纪70年代中、后期，我国洲际导弹的首批太平洋全程试验方案的制定和组织实施；

20世纪70年代后期，他指导国防科工委情报所的研究人员编辑出版了一系列火箭技术最新进展和系统工程文集等专题资料，极大地开阔了我们的眼界，使我们取得了若干重大的科研成果。长征三号运载火箭总设计师谢光选院士在谈

到这些珍贵资料时，深有感触地说："当时按照钱老的要求，国防科工委情报所编辑出版了好几本火箭技术最新进展的专题资料，对我们解决长征三号运载火箭二次启动和滑行段动力学等问题起了十分重要的作用……"等等。

在我国航天科技开创和大发展时期，钱学森把他多学科的研究成果、经验和智慧都无私地奉献给了我国的导弹与航天事业，以他科学家的豁达和技术民主作风，对推进我国导弹与航天技术发展做出了令人信服的卓越贡献。

四、中国重大导弹航天计划管理的运筹者、组织者

20 世纪中期，在开创我国导弹与航天事业的进程中，钱学森首先遇到的难题，应当说不是导弹与航天技术发展中的具体技术的问题，而是如何组建一个高效、有序的导弹航天工程开发组织管理系统。如何把成千上万的研制人员；数量众多的研究、设计、试制、试验和生产单位；难以计数的研究、研制和试验设备；数量巨大的研究与研制经费；要求严格、种类繁多的物质、器材，按照导弹航天任务的总体目标要求，协调一致的组织起来，有序地投入到导弹航天工程系统的研究、设计、试制、试验和生产过程中去，形成一个具有科学预见性的实施计划，建立起一个高效的工程管理系统[6]。

1962 年，钱学森推进美国在研制"北极星导弹系统"过程中，提炼出的"计划协调管理技术"，结合我国的实际，进行了试点[7,8]，在战略导弹地面计算机的研制工作中，很快发现了研制短线，及时地采取了措施，使研制计划提前完成[8]。科学管理的成效，打开了人们的眼界，很快在导弹和火箭参制单位全面推广，明显地加快了研制进度，更加有效地利用了有限的人、财、物资源。

20 世纪 80 年代，在完成我国太平洋火箭试验、水下发射潜地导弹试验和发射我国地球同步卫星等重大科研活动中，都采用了系统工程管理技术，取得很大成功，并且推广到我国国民经济建设诸多部门，取得了重大效益。

在创建我国导弹和火箭研制体系之初，按照钱学森应当"尽先建立包括研究、设计和试制的综合性导弹研究机构"的思想，我国导弹航天技术单位陆续建立起总体设计部、专业研究所及相关的试制、生产厂与配套的试验基地，形成了我国独特的航天系统组织管理体系，把钱学森对我国导弹航天发展的宏观战略谋划付诸实施。对这一成功经验，周总理生前曾期望推广到国民经济建设中去。20 世纪 80 年代，钱老首先把它推广到军队装备建设工作中，在人民解放军总部、海、陆、空军和第二炮兵的建制中陆续地建立起名为"系统所"、"综合所"、"运筹所"、"论证中心"和"准备研究院"等新型的研究机构，在我军武器装备与部队建设中正在发挥着重要作用。

五、中青年科技工作者的良师益友

1956 年 10 月 8 日，聂荣臻元帅亲自主持了我国第一个火箭、导弹研究院的成立大会。这是一个别开生面的大会，主要是由钱学森对新中国 156 名首批投入我国导弹航天事业的大学毕业生讲“导弹概论”课。从此钱学森开始了培养我国导弹航天技术人才的漫漫征程，承担起培养和指导我国一代中、青年科技人员攀登航天科技高峰的重任。

20 世纪 60 年代初，我国自行研制的第一种弹道导弹发射失败，在钱学森的直接指导下，国防部五院成立了导弹姿控系统研制攻关组。当时钱学森身兼国防部五院技术领导的重任，但是，无论工作多忙，他几乎每周都挤出 1～2 天时间与年轻的科技人员一起进行研讨，钱学森几乎是手把手地把他在美国从事技术研究、系统设计的经验和“工程控制论”的理论、方法毫无保留地传授给年轻的科技人员，参与过当时这一工作的同事们回忆起这一段亲身经历的时候，都难以忘怀与钱学森既是师生，又是同事、战友的深情。

作为多个型号运载火箭的总体设计师，本人有机会在我国导弹、运载火箭重大技术方案和试验方案论证的过程中直接向钱学森汇报工作和请教。他在重大技术问题的决策过程中，总是站得很高，善于抓住关键问题，从总体上提出思路十分清晰的指导意见，不仅使我们明确下一步工作的方向，而且思路更加开阔，从他那里真正学到航天技术和系统工程理论、方法的真经。

20 世纪 70 年代，在研制我国第一代洲际导弹的过程中，受国内有限射程靶场的制约，导弹飞行试验考核遇到了技术上的难题。根据七机部领导的要求，在运载火箭研究院成立了跨部门的专题论证组，由我担任专题组组长。通过专题组同志们群策群力，终于突破关键技术，提出了一整套切实可行的技术方案，得到任新民和钱学森的坚定支持。在听取我们汇报时，钱学森讲了一段使我终生难忘的话：“你们做了一件很有意义的工作，提出了立足国内试验，解决我们面临技术难题的很好的试验方案，技术上是可行的。这个问题，我考虑很久了，是我多年来想解决，而没能解决的问题……。现在可以向上级报告了，我们已经找到了解决难题的办法了。”在场的每一位同志都深深地为钱学森高度的事业心和责任感所感动，他不以自己多年没有解决这一问题而讳言，而以年轻同志解决了这一难题而喜悦，自然地流露出一位大科学家博大的胸怀，为我们树立了楷模。

50 多年来，钱学森在科技战线树立了一面光洁无瑕的镜子，鞭策和教育我们在科学技术攀登的道路上，要做一个脚踏实地的人、一个诚实的人、一个脱离了低级趣味的人，一个主要依靠自己的诚实劳动立足于科学技术殿堂的人。钱学森把

一批批中、青年科技人员带入到了科学技术的殿堂，钱学森是他们名副其实、最可尊敬的良师益友。

六、科学技术理论创新的楷模

根据不完全的统计[3,4]：钱学森一生中已经发表了7部专著，500余篇学术论文，在应用力学、喷气推进与航天技术、工程控制论、物理力学、系统工程、思维科学、系统科学等方面都做出了重要的理论创新。

1948年，钱学森发表了“工程与工程科学”的论文，并通过几十年的理论与工程实践超前地推动了世界技术科学体系的建立。

1954年，完成了传授于世界科学界的《工程控制论》，进一步形成了很有创意的系统思想，在“复杂性科学”研究的重要分支——《控制论》的研究中做出了富有创造性的贡献，使其跻身于世界系统科学与复杂性科学早期研究者、开拓者之列，超前地建立了系统工程的理念。

20世纪50～70年代后期，钱学森作为中国航天科技事业的首席科学家，在极其困难的条件下，负责我国现代尖端科学技术发展的组织管理工作，坚定、明智、有效地推广系统工程的理论和方法，创立了航天技术创新、体制创新与组织管理创新三位一体的系统工程管理技术，有效地加速了我国导弹航天事业的发展步伐，推进了具有中国特色的航天系统工程的建立和发展。

20世纪70年代末，在钱学森即将退出我国国防科研领导岗位的过程中，他果断地开始了以理论探索为主的科学生涯：

1978年，钱学森、许国志与王寿云同志在文汇报联名发表了《组织管理的技术——系统工程》，并出版了《论系统工程》一书，创建了具有中国特色的系统工程理论体系。

1979年10月11日，在我国系统工程学术讨论会上做了《大力开展系统工程，尽早建立系统工程的科学体系》的报告，明确地提出了创建系统科学体系，落实科学发展观的任务。从创建系统学走向复杂性科学研究，结合中国的实际，寻求解决中国社会主义现代化建设的理论与方法，启动了创建系统学的新的征程。

在钱学森的组织、指导下工作，我们有一种豪气，外国人能干的事，我们敢干；外国人没干过的事，我们也敢试。钱学森常说的一句话是：“别人讲不清楚的问题，我们应当讲清楚，我们也能够讲清楚，因为中国人并不笨。”从工程科学、航天系统工程，到系统学、思维科学、人体科学，钱学森走过了一条自主科学创新的道路，对人类和我国科学技术发展做出了难以估量的巨大贡献。

我们贯彻党的十六届五中全会的战略部署，要学习钱学森几十年如一日，热

爱祖国和人民，在科学技术攀登的道路上，坚持科学的发展观，不断探索新的科学领域，着力自主理论与技术创新，促进科学技术和社会进步的大无畏精神。

（赵少奎为第二炮兵装备研究院研究员）

参 考 文 献

[1] 聂荣臻.聂荣臻元帅贺信[N].人民日报，1991－10－16.

[2] 涂元季.钱学森和中国的导弹航天事业，[M].中国航天腾飞之路.北京：政协文史出版社，1999.9：590－598.

[3] 王寿云，等.钱学森传略，[J].航天，1992(1)：2－7.

[4] 胡士弘.钱学森，[M].北京：中国青年出版社，1997.11.

[5] 任新民.航天历程中的几点回忆[M]//中国航天腾飞之路.北京：政协文史出版社，1999.9：62－69.

[6] 赵少奎，杨永太.工程系统工程导论[M].北京：国防工业出版社，2000.3.

[7] 陶家渠.计划协调技术概说[J].国防科委情报所，系统工程与科学管理，1979.9.

[8] 钱圣已.计划协调技术的探索与初步试验[J].国防科委情报所，系统工程与科学管理，1979.8.

[9] 江泽民，在授予钱学森同志"国家杰出贡献科学家"仪式上的讲话[N].人民日报，1991－10－16.

系统科学



钱学森综合集成体系

于景元

钱学森是中国现代史上一位杰出的科学家，同时也是一位杰出的思想家。

在长达70多年丰富多彩的科学生涯中，钱学森曾建树了许多科学丰碑，对现代科学技术发展和我国社会主义现代化建设做出了杰出贡献。钱学森的科学成就与贡献不仅充分反映出他的科学创新精神，同时也深刻体现了他的科学思想和科学方法。

大家知道，钱老的研究领域十分广泛，从科学、技术、工程直到哲学的不同层次上，在跨学科、跨领域和跨层次的研究中，特别是不同学科、不同领域的相互交叉、结合与融合的综合集成研究方面，都做出了许多开创性的独特贡献。系统科学的成就与贡献就是其中的一个重要方面。

20世纪80年代初，钱老从科研一线领导岗位上退下来以后，就把自己全部精力投入到学术研究之中。这一时期，钱老学术思想之活跃、涉猎学科之广泛，原创性之强，在学术界是十分罕见的。他通过讨论班、学术会议以及与众多专家、学者书信往来的学术讨论中，提出了许多新的科学思想和方法、新的学科与领域，并发表了大量文章出版了多部著作，产生了广泛的学术影响。

在这一时期，钱老花费心血最多也最具有代表性的是他建立系统科学体系和创建系统学的工作。从现代科学技术发展趋势来看，一方面是已有学科不断分化，越分越细，新学科、新领域不断产生，呈现出高度分化的特点；另一方面是不同学科、不同领域之间相互交叉、结合与融合，向综合性整体化的方向发展，呈现出高度综合的趋势。这两者是相辅相成、相互促进的。系统科学就是这后一发展趋势中，最有基础性的学问。钱老不仅善于从前一发展趋势中各学科、各领域吸收营养来构建系统科学，如创建系统学、发展系统工程技术等，而且又能从系统科学角度和综合集成思想去思考一些学科和领域的发展，从而提出新的学科和新的领域。如把人脑作为复杂巨系统来研究，提出了“思维科学”；把地球表层作为复杂巨系统来研究，提出了“地理科学”；把人体作为复杂巨系统来研究，提出了“人体科学”等等。而且这些新的学科和领域不仅和原来相关的学科和领域是相洽的，同时还融入了新的科学思想和科学方法。

在钱学森的科学理论与科学实践中，有一个非常鲜明的特点，就是他的系统思维和系统科学思想。在这个时期，钱学森的系统科学思想和系统方法有了新的发展，达到了新的高度，进入了新的阶段，特别是钱学森的综合集成思想和综合集成方法，已贯穿于工程、技术、科学直到哲学的不同层次上，形成了一套综合集成体系。综合集成思想与综合集成方法的形成与提出，是一场科学思想和科学方法上的革命，其意义和影响将是广泛而深远的。

下面，我们将从三个方面对钱学森综合集成体系进行一些讨论。

一、综合集成思想与综合集成方法

系统科学和已有的其他科学不同，正如钱老所说的，系统科学就是从局部与整体、局部与系统这样一个观点去研究客观世界的[1]。客观世界包括自然、社会和人自身。能反映事物这个特征最基本的重要概念就是系统，所以系统也就成为系统科学研究和应用的主要对象。这与自然科学、社会科学、人文科学等不同，系统科学能把这些科学领域研究的问题联系起来作为系统进行综合性整体研究。这就是为什么系统科学具有交叉性、综合性、整体性和横断性的原因，也正是这些特点使系统科学处在现代科学技术发展的综合性整体化的方向上。

所谓系统是指由一些互相关联、互相作用、互相影响的组成部分所构成的具有某些功能的整体，这是国内外学术界普遍公认的科学概念。这样定义的系统在自然界、人类社会包括人自身是普遍存在的。钱老根据系统结构的复杂性，提出了新的系统分类，将系统分为简单系统、简单巨系统、复杂巨系统、特殊复杂巨系统——社会系统。

系统的一个重要特点，就是系统在整体上具有其组成部分所没有的性质，这就是系统的整体性。系统整体性的外在表现就是系统功能。系统的这个性质意味着，对系统组成部分都认识了，并不等于认识了系统整体，系统整体性不是它组成部分性质的简单“拼盘”。

系统科学研究表明，系统内部结构和系统外部环境以及它们之间的关联关系，决定了系统整体性和功能。从理论上来看，研究系统结构与环境如何决定系统整体性和功能，揭示系统存在、演化、协同、控制与发展的一般规律，就成为系统学，特别是复杂巨系统学的基本任务。国外关于复杂性的研究，正如钱老指出的是开放复杂巨系统的动力学问题，实际上也是属于这方面的探索。

另一方面，从应用角度来看，根据上述性质，为了使系统具有我们期望的功能，特别是最好的功能，我们可以通过改变和调整系统结构或系统环境以及它们

之间关联关系来实现。但系统环境并不是我们想改变就能改变的，只能主动去适应。而系统结构却是我们能够改变、调整和设计的。这样，我们便可以通过改变、调整系统组成部分或组成部分之间、层次结构之间以及与系统环境之间的关联关系，使它们相互协调与协同，从而在整体上涌现出我们满意的和最好的功能，这就是系统控制、系统干预(Intervention)、系统组织管理的基本内涵，也是控制工程、系统工程等所要实现的主要目标。

对于系统科学来说，一个是要认识系统，另一个是在认识系统基础上，去改造、设计和运用系统，这就要有科学方法论的指导和科学方法的运用。

钱学森是一位高度重视科学方法论与方法的科学家，也善于从方法论角度来处理问题，如对目前国内外都高度重视但又认识不一致的复杂性研究，钱老却从方法论角度给出了清楚的界定，他指出，凡现在不能用还原论方法处理的，或不宜用还原论方法处理的问题，都是复杂性问题，复杂巨系统就是这类问题[2]。

对于简单系统和简单巨系统都已有了相应的方法，也有了相应的理论与技术并在继续发展之中。但对复杂巨系统(包括社会系统)却不是已有科学方法所能处理的，需要有新的方法论和方法，这就是钱老一再指出的，这是一个科学新领域。

从近代科学到现代科学的发展过程中，自然科学采用了从定性到定量的研究方法，所以自然科学被称为“精密科学”。而社会科学、人文科学由于研究对象的复杂性，通常采用的是从定性到定性的思辨、描述方法，所以这些学问被称为“描述科学”。当然，这种趋势随着科学技术的发展也在变化，有些学科逐渐向精密化方向发展，如经济学、社会学等。

从方法论角度来看，在这个发展过程中，还原论方法发挥了重要作用，特别在自然科学领域中取得了很大成功。还原论方法是把所研究的对象分解成部分，以为部分研究清楚了，整体也就清楚了。如果部分还研究不清楚，再继续分解下去进行研究，直到弄清楚为止。按照这个方法论，物理学对物质结构的研究已经到了夸克层次，生物学对生命的研究也到了基因层次。毫无疑问这是现代科学技术取得的巨大成就。但现实的情况却使我们看到，认识了基本粒子还不能解释大物质构造，知道了基因也回答不了生命是什么。这些事实使科学家认识到“还原论不足之处正日益明显”。[3]这就是说，还原论方法由整体往下分解，研究得越来越细，这是它的优势方面，但由下往上回不来，回答不了高层次和整体问题，又是它的不足一面。所以仅靠还原论方法还不够，还要解决由下往上的问题，也就是复杂性研究中的所谓涌现问题。著名物理学家李政道对于21世纪物理学的发展曾讲过“我猜想21世纪的方向要整体统一，微观的基本粒子要和宏观的真空构造、大型量子态结合起来，这些很可能是21世纪的研究目标”。[4]这里所说的把宏观

和微观结合起来，就是要研究微观如何决定宏观，解决由下往上的问题，打通从微观到宏观的通路，把宏观和微观统一起来。

同样的道理，还原论方法也处理不了系统整体性问题，特别是复杂巨系统（包括社会系统）的整体性问题。从系统角度来看，把系统分解为部分，单独研究一个部分，就把这个部分和其他部分的关联关系切断了。这样，就是把每个部分都研究清楚了，也回答不了系统整体性问题。

意识到这一点的更早的科学家是彼塔朗菲，他是一位分子生物学家，当生物学研究已经发展到分子生物学时，用他的话来说，对生物在分子层次上了解得越多，对生物整体反而认识得越模糊。在这种情况下，于20世纪30年代他提出了整体论方法，强调还是从生物体系统的整体上来研究问题。但限于当时的科学技术水平，支撑整体论方法的具体方法体系没有发展起来，还是从整体论整体、从定性到定性，论来论去解决不了问题。正如钱老所指出的"几十年来一般系统论基本上处于概念的阐发阶段，具体理论和定量结果还很少"。[5]但整体论方法的提出，确是对现代科学技术发展的重大贡献。

20世纪80年代中期，国外出现了复杂性研究。所谓复杂性其实都是系统复杂性，从这个角度来看，系统整体性，特别是复杂巨系统（包括社会系统）的整体性问题就是复杂性问题。所以对复杂性研究，他们后来也"采用了一个'复杂系统'的词，代表那些对组成部分的理解不能解释其全部性质的系统。"[3]

国外关于复杂性和复杂系统的研究，在研究方法上确实有许多创新之处，如他们提出的遗传算法、演化算法、开发的 Swarm 软件平台、以 Agent 为基础的系统建模、用数字技术描述的人工生命等等。在方法论上，虽然也意识到了还原论方法的局限性，但并没有提出新的方法论。方法论和方法是两个不同层次的问题。方法论是关于研究问题所应遵循的途径和研究路线，在方法论指导下是具体方法问题，如果方法论不对，再好的方法也解决不了根本性问题。

20世纪70年代末，钱学森明确指出"我们所提倡的系统论，既不是整体论，也非还原论，而是整体论与还原论的辩证统一"。[6]钱老的这个系统论思想后来发展成为他的综合集成思想。根据这个思想，钱老又提出将还原论方法与整体论方法辩证统一起来，形成了系统论方法。在应用系统论方法时，也要从系统整体出发将系统进行分解，在分解后研究的基础上，再综合集成到系统整体，实现 $1+1>2$ 的整体涌现，最终是从整体上研究和解决问题。由此可见，系统论方法吸收了还原论方法和整体论方法各自的长处，同时也弥补了各自的局限性，既超越了还原论方法，又发展了整体论方法。这是钱学森在科学方法论上具有里程碑意义的贡献，它不仅大大促进了系统科学的发展，同时也必将对自然科学、社会科学等其他科学技术部门产生深刻的影响。

钱老深谙西方哲学的精髓，又能吸取中华民族古代哲学的营养，并运用辩证唯物主义创立了系统论方法。他在吸收国外现代科学技术发展成就的同时，又能突破他们的各种局限性，站得比外国科学家更高一些，充分显示出他的科学创新精神。

20 世纪 80 年代末到 90 年代初，钱学森又先后提出“从定性到定量综合集成方法”以及它的实践形式“从定性到定量综合集成研讨厅体系”（以下将两者合称为综合集成方法），并将运用这套方法的集体称为总体部。这就将系统论方法具体化了，形成了一套可以操作的行之有效的方法体系和实践方式。从方法和技术层次上看，它是人-机结合、人-网结合以人为主的信息、知识和智慧的综合集成技术。从应用和运用层次上看，是以总体部为实体进行的综合集成工程。

综合集成方法的实质是把专家体系、信息与知识体系以及计算机体系有机结合起来，构成一个高度智能化的人-机结合与融合体系，这个体系具有综合优势、整体优势和智能优势。正如钱老指出的，它能把人的思维、思维的成果、人的经验、知识、智慧以及各种情报、资料和信息统统集成起来，从多方面的定性认识上升到定量认识。[2]

钱老提出的人-机结合思维体系是综合集成方法的理论基础。从思维科学角度来看，人脑和计算机都能有效处理信息，但两者有极大差别。关于人脑思维，钱老指出“逻辑思维，微观法；形象思维，宏观法；创造思维，宏观与微观相结合。创造思维才是智慧的源泉，逻辑思维和形象思维都是手段”。[2]今天的计算机在逻辑思维方面确实能做很多事情，甚至比人脑做得还好还快，善于信息的精确处理，已有许多科学成就证明了这一点，如著名数学家吴文俊的定理机器证明。但在形象思维方面，现在的计算机还不能给我们以任何帮助。至于创造思维就只能依靠人脑了。然而计算机在逻辑思维方面毕竟有其优势。如果把人脑和计算机结合起来以人为主的思维方式，那就更有优势，思维能力更强，人将变得更加聪明，它的智慧和创造能力比人要高，比机器就更高，这也是 $1+1>2$ 的道理。这种聪明“人”的出现就是钱老所说的，将会出现一个“新人类”，不只是人，是人-机结合的“新人类”。[2]

信息、知识和智慧是三个不同层次的问题。有了信息未必有知识，有了信息和知识也未必就有智慧。信息的综合集成可以获得知识，信息和知识的综合集成可以获得智慧。人类有史以来是通过人脑获得知识和智慧的。现在由于以计算机为主的现代信息技术的发展，我们可以通过人-机结合以人为主的方法来获得信息、知识和智慧，在人类发展史上，这是具有重大意义的进步。综合集成方法就是这种人-机结合获得信息、知识和智慧的方法，它是人-机结合的信息处理系统、人-机结合的知识生产系统、人-机结合的智慧集成系统。按照我国传统文化有“集大

成”的说法，即把一个非常复杂的事物的各个方面综合起来，达到对整体的认识，集大成得智慧，所以钱老又把这套方法称为“大成智慧工程”。将大成智慧工程进一步发展，在理论上提炼成一门学问，就是大成智慧学。

从实践论和认识论角度来看，与所有科学研究一样，无论是复杂巨系统（包括社会系统）的理论研究还是应用研究，通常是在已有的科学理论、经验知识基础上与专家判断力（专家的知识、智慧和创造力）相结合，对所研究的问题提出和形成经验性假设，如猜想、判断、思路、对策、方案等等。这种经验性假设一般是定性的，它所以是经验性假设，是因为其正确与否，能否成立还没有用严谨的科学方式加以证明。在自然科学和数学科学中，这类经验性假设是用严密逻辑推理和各种实验手段来证明的，这一过程体现了从定性到定量的研究特点。但对复杂巨系统（包括社会系统）由于其跨学科、跨领域、跨层次的特点，对所研究的问题能提出经验性假设，通常不是一个专家，甚至也不是一个领域的专家们所能提出来的，而是由不同领域、不同学科的专家构成的专家体系，依靠专家群体的知识和智慧，对所研究的复杂巨系统（包括社会系统）问题提出经验性假设。但要证明其正确与否，仅靠自然科学和数学中所用的各种方法就显得力所不及了。如社会系统、地理系统中的问题，既不是单纯的逻辑推理，也不能进行实验。但我们对经验性假设又不能只停留在思辨和从定性到定性的描述上，这是社会科学、人文科学中常用的方法。系统科学是要走“精密科学”之路的，那么出路在哪里？这个出路就是人-机结合以人为主的思维方式和研究方式。采用“机帮人、人帮机”的合作方式，机器能做的尽量由机器去完成，极大扩展人脑逻辑思维处理信息的能力。通过人-机结合以人为主，实现信息、知识和智慧的综合集成。这里包括了不同学科、不同领域的科学理论和经验知识、定性和定量知识、理性和感性知识，通过人-机交互、反复比较、逐次逼近，实现从定性到定量的认识，从而对经验性假设正确与否做出明确结论。无论是肯定还是否定了经验性假设，都是认识上的进步，然后再提出新的经验性假设，继续进行定量研究，这是一个循环往复、不断深化的研究过程。

综合集成方法的运用是专家体系的合作以及专家体系与机器体系合作的研究方式与工作方式。具体地说，是通过从定性综合集成到定性、定量相结合综合集成再到从定性到定量综合集成这样三个步骤来实现的。这个过程不是截然分开，而是循环往复、逐次逼近的。复杂系统与复杂巨系统（包括社会系统）问题，通常是非结构化问题。通过上述综合集成过程可以看出，在逐次逼近过程中，综合集成方法实际上是用结构化序列去逼近非结构化问题。图 1 是综合集成方法用于决策问题研究的示意图。

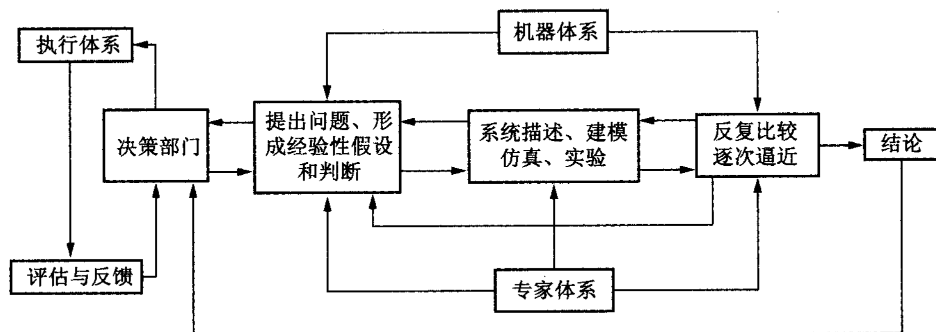


图 1

这套方法是目前处理开放的复杂巨系统(包括社会系统)的有效方法,已有成功的案例证明了它的有效性。[7]综合集成方法的理论基础是思维科学,方法基础是系统科学与数学科学,技术基础是以计算机为主的现代信息技术和网络技术,哲学基础是辩证唯物主义的实践论和认识论。

二、综合集成理论与综合集成技术

科学是认识世界的学问,技术是改造世界的学问,工程是改造世界的实践。从这样三个层次来看,现代科学技术已有了巨大发展,人类对客观世界的认识越来越深刻,改造客观世界的能力也越来越强。今天,科学技术对客观世界的研究与探索,已从渺观、微观、宏观、宇观直到胀观五个层次的时空范围[8]。

其中宏观层次就是我们所在的地球,在地球上出现了生命、生物,产生了人类和人类社会。相应于这些不同部分和不同层次的研究,也就形成了今天众多的科学领域和学科。

钱学森从系统科学思想出发,从整体上建立了现代科学技术体系结构[9],在这个体系中,不同领域、不同学科、不同层次的知识,相互关联、相互影响共居一体,而且这个体系是开放的,随着科学技术的发展,这个体系也要发展。

客观世界是相互联系、相互影响、相互作用的,因而反映客观世界不同部分不同层次规律的不同科学技术部门之间,如自然科学、社会科学和人文科学之间,也是相互联系、相互影响、相互作用的,我们不应把这些学问的内在联系人为地加以割裂,而应把它们有机联系起来去研究和解决问题。

正如前面所说,现代科学技术的发展呈现出既高度分化,又高度综合的两种

明显趋势。在这后一发展趋势中，不仅有同一领域内不同学科的交叉、结合，特别是不同领域之间，如自然科学、社会科学、人文科学之间的相互结合以至融合，这已成为现代科学技术发展的重要特点。在这一趋势中，先后涌现出系统科学、管理科学、软科学、非线性科学、复杂性科学等。在这个方向上的理论和应用研究，都应引起我们高度重视，这里有很大的创新空间。特别是这方面人才的培养，显得更加迫切。这类人才是具有跨学科、跨领域研究能力和创新能力的复合型人才。

对于这后一发展趋势，我们始终面临着如何把不同领域、不同学科以及不同层次的知识综合集成起来的问题，这样形成的知识，无论是科学理论还是应用技术，都将使我们对客观事物的认识更加深刻，改造客观世界的能力也就更强。复杂性研究和复杂科学的积极倡导者 Gell-mann，在他所著的《夸克与美洲豹》一书中，曾写道“研究已表明，物理学、生物学、行为科学，甚至艺术与人类学，都可以用一种新的途径把它们联系到一起，有些事实和想法初看起来彼此风马牛不相及，但新的方法却很容易使它们发生关联”[10]。Gell-mann 虽然没有说明这里所说的新途径、新方法是什么，但从他们后来关于复杂系统、复杂适应系统的研究来看，这个新途径和新方法就是系统途径和系统方法。

一般来说，复杂系统、复杂巨系统不仅有自然属性，还有社会属性和人文属性，这些属性寓于在同一个系统之中。研究这个系统不仅需要自然科学，也需要社会科学、人文科学，系统本身就把这些学问联系起来了。这就需要把这些学问综合集成起来，才有可能全面、深刻地去认识系统。以管理科学为例，大家都认为管理科学是自然科学、社会科学、人文科学相互交叉、结合以至融合的研究领域。实际上，管理科学所面临的研究和应用对象都是系统，这些系统通常都是复杂巨系统，特别是社会系统中的问题。既有自然属性，又有社会属性和人文属性。在这种情况下，我们需要的是把自然科学、社会科学与人文科学综合集成起来研究系统的管理问题，而不是把它们分割开来仅从自然科学角度或仅从社会科学、人文科学角度去研究，然后再拼起来。这是两种不同的研究路线，也是两种不同的研究方法。前者需要综合集成方法，后者还是还原论方法，方法不同效果也就不会一样，在实践中已有大量事实说明了这一点。

在现代科学技术向综合性整体化方向发展过程中，综合集成方法可以发挥重要的基础作用。从方法论与方法的特点上来看，综合集成方法本质上就是用来处理跨学科、跨领域和跨层次问题研究的方法论和方法。运用综合集成方法所形成的理论就是综合集成的系统理论，钱学森提出的系统学，特别是复杂巨系统学，就是要建立这套理论。国外关于复杂性的研究，实际上也是属于系统理论范畴[11]。

综合性整体化的方向，不仅有科学层次上的理论问题，也有技术层次上的应

用问题。在这方面，比较典型的是系统工程技术的出现与发展。系统工程是组织管理系统的技术，它根据系统总体目标的要求，从系统整体出发，运用综合集成方法把与系统有关的学科理论方法与技术综合集成起来，对系统结构、环境与功能进行总体分析、总体论证、总体设计和总体协调，其中包括系统建模、仿真、分析、优化、设计与评估，以求得可行的、满意的或最好的系统方案并付诸实施。由于实际系统不同，将系统工程用到哪类系统上，还要用到与这个系统有关的科学理论方法与技术。例如，用到社会系统上，就需要社会科学与人文科学方面的知识。从这些特点来看，系统工程不同于其他技术，它是一类综合性的整体技术、一种综合集成的系统技术、一门整体优化的定量技术。它体现了从整体上研究和解决问题的技术方法。

系统工程的应用首先从工程系统开始的，用来组织管理工程系统的研究、规划、设计、制造、试验和使用。实践已证明了它的有效性，如航天系统工程。直接为这类工程系统工程提供理论方法的有运筹学、控制论、信息论等，当然还要用到和自然科学技术有关的理论方法与技术。所以，对工程系统工程来说，综合集成也是其基本特点。

当我们把系统工程用来组织管理复杂巨系统（包括社会系统）时，处理工程系统的方法已不够用了，它难以用来处理复杂巨系统（包括社会系统）的组织管理问题。在这种情况下，系统工程也要发展。由于有了综合集成方法，系统工程便可以用来组织管理复杂巨系统和社会系统了，这样系统工程也就发展了，现已发展到复杂巨系统工程和社会系统工程阶段。

从综合集成的系统理论到综合集成的系统技术，中间也应有个过渡桥梁，它属于技术科学层次。有些学者曾提出把这门学问称作“集成学”。考虑到综合集成的内涵和外延比通常所说的集成要广泛而深刻，因而称作“综合集成学”可能更贴切一些。从这个角度来看，工程控制论就是针对工程系统控制的综合集成理论。

三、综合集成工程

把综合集成理论与技术用于改造客观世界的实践中，就是综合集成工程。

对任何一项具体实践或工程，都是一个具体的实际系统，是有人参与的实际系统。因此，社会实践是系统的实践，也是系统的工程。这样一来，有关实践的决策与组织管理等问题，也就成为系统的决策与组织管理问题，在这种情况下，系统的理论方法和技术应用到社会实践或工程中去，也就是很自然的事情了。

人们在遇到涉及的因素多而又难于处理的实践问题时，往往脱口而出：这是

系统工程问题。这句话是正确的。其实这句话包含两层含义:一个含义是,这是系统的工程或系统的实践,另一个含义是,既然是系统的工程就应该用系统工程技术去处理。可惜的是,人们往往只注意到了前者,却忘记了要用系统工程去解决问题。

要把系统工程应用到实践中,就必须有个运用它的实体部门。以航天为例,航天系统中每种型号都是一个工程系统,对每种型号都有一个总体部,总体部就是运用系统工程的实体部门。总体部由熟悉这个工程系统的各方面专业人员组织,并由知识面比较宽广的专家(称为总设计师)负责领导。根据系统总体目标要求,总体部设计的是系统总体方案,是实现整个系统的技术途径。总体部把系统作为它所从属的更大系统的组成部分进行研制,对它所有技术要求都首先从实现这个更大系统的技术协调来考虑;总体部又把系统作为若干分系统有机结合的整体来设计,对每个分系统的技术要求都首先从实现整个系统技术协调的角度来考虑,总体部对研制中分系统之间的矛盾,分系统与系统之间的矛盾,都首先从总体目标的需要来考虑。运用系统方法并综合运用有关学科的理论与方法,对型号系统结构、环境与功能进行总体分析、总体设计、总体协调,包括使用计算机和数学为工具的系统建模、仿真、分析、优化、试验与评估,以求得满意的和最好的系统方案,并把这样的总体方案提供给决策部门作为决策的科学依据。一旦为决策者所采纳,再由有关部门付诸实施。航天型号总体部在实践中已被证明是非常有效的,在我国航天事业发展中,发挥了重要作用。

这个总体部所处理的对象还是个工程系统。但在实践中,研制这些工程系统所要投入的人、财、物、信息等也构成一个系统,即研制系统。对这个系统的要求是以较低的成本、在较短的时间内研制出可靠的、高质量的型号系统,对这个研制系统不仅有如何合理和优化配置资源问题,还涉及到体制机制、发展战略、规划计划、政策措施以及决策与管理等问题,见图 2 和图 3。

显然,这个系统要比工程系统复杂得多,属于社会系统范畴。如果说工程系统主要需要自然科学技术的话,那么这个研制系统除了自然科学技术外,还需要社会科学与人文科学。如何组织管理好这个系统,也需要系统工程,但工程系统工程是处理不了这类系统的组织管理问题,而需要的是社会系统工程。

应用社会系统工程也需要有个实体部门,这个部门就是钱老提出的运用综合集成方法的总体部,这个总体部与航天型号的总体部比较起来已有很大的不同,有了实质性的发展,但从整体上研究与解决问题的思想还是一致的。

综合以上所述,可以看出综合集成思想是钱学森系统科学思想的重要发展。综合集成思想在方法论层次上的体现就是综合集成方法。运用综合集成方法所形成的系统理论与系统技术,是综合集成思想在科学、技术层次上的体现。综合

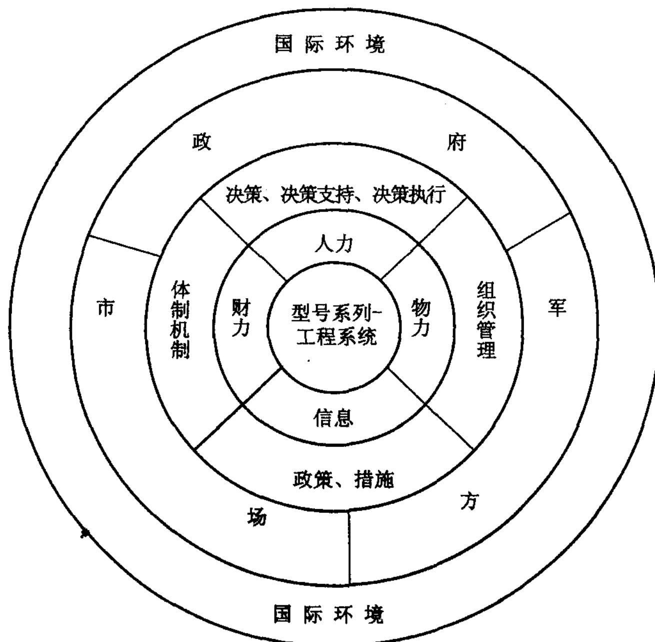

国 际 环 境
政
府
决策、决策支持、决策执行
人力
市
体制机制
财力
型号系列-工程系统
物力
组织管理
军
信息
政策、措施
场
方
国 际 环 境

图 2

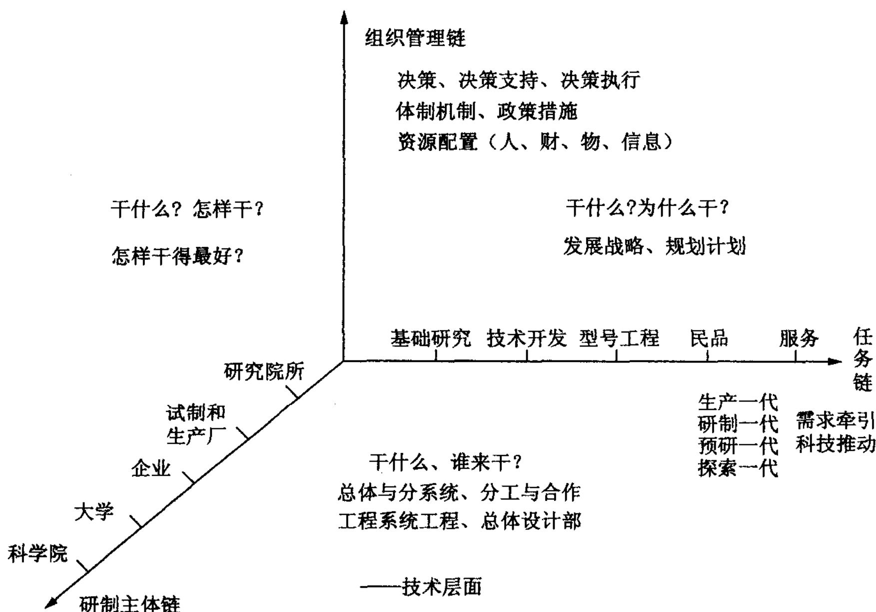

组织管理链
决策、决策支持、决策执行
体制机制、政策措施
资源配置（人、财、物、信息）
干什么？怎样干？
怎样干得最好？
干什么?为什么干？
发展战略、规划计划
基础研究
技术开发
型号工程
民品
服务
任务链
研究院所
试制和生产厂
企业
大学
科学院
研制主体链
生产一代
研制一代
预研一代
探索一代
需求牵引
科技推动
干什么、谁来干？
总体与分系统、分工与合作
工程系统工程、总体设计部
——技术层面

图 3

集成工程则是综合集成思想在实践层次上的体现，而综合集成思想在哲学层次上的体现就是大成智慧。这样，从综合集成思想、综合集成方法、综合集成理论、综合集成技术到综合集成工程，就构成了钱学森综合集成体系，这个体系必将对现代科学技术发展产生重大影响，特别是对科学技术向综合性整体化方向发展中，将发挥重要作用。这是钱学森对现代科学技术发展的重大贡献，是留给中国乃至整个人类的宝贵知识财富和精神财富。

从以上这些事实中，我们可以看出钱学森的系统科学思想，特别是综合集成思想使他的知识结构不仅有学科和领域的深度，又有跨学科、跨领域的广度，还有跨层次的高度。而这个高度就不仅仅是科学知识范畴的问题，更反映出他的科学思想和科学智慧。从科学视野来看，如果把深度、广度和高度看作三维结构的话，那么钱学森就是一位既有科学深度又有广度还有高度的三维科学家，是一位名副其实的科学大师和科学帅才。

钱老在纪念和赞扬他的挚友著名力学家郭永怀时曾说："一方面是精深的理论，一方面是火热的斗争，是冷与热的结合，是理论与实践的结合，这里没有胆小鬼的藏身处，也没有自私者的活动地；这里需要的是真才实学和献身精神。"[12]这段话是怀念郭永怀先生时讲的，但也恰好反映了钱老本人的科学精神和高尚情操。

钱学森是一位具有坚定政治信仰与信念、高尚思想情操与品德和科学创新精神的科学家。几十年来，钱老始终关心的是中华民族振兴，献身的是祖国现代化事业，追求的是科学真理。他从一名爱国主义者成为一名共产主义战士。在革命和建设实践的洗礼中，不断净化自己的思想，不断升华和提高自己的人生观和世界观，甚至到了耄耋之年，也从未停止过前进的脚步。钱老曾说，"我作为一名中国的科技工作者，活着的目的就是为人民服务。"[13]从人民视野来看，钱学森是一位人民科学家。

参 考 文 献

[1] 钱学森. 新技术革命与系统工程[M]//论系统工程(增订本). 长沙：湖南科学技术出版社，1988.

[2] 钱学森. 创建系统学[M]. 太原：山西科学技术出版社，2001.

[3] R. Gallagher ，T. Appenzeller. 超越还原论[G]//戴汝为. 复杂性研究论文集. 1999.

[4] 李政道. 新世纪：微观与宏观的统一[J]. 科学世界，2000(1).

[5] 钱学森. 系统工程与系统科学的体系[M]//论系统工程(增订本). 长沙：湖南科学技术出版社，1988.

[6] 钱学森. 人体科学与现代科学技术发展纵横观[M]. 北京:人民出版社,1996.
[7] 于景元,涂元季. 从定性到定量综合集成方法——案例研究[J]. 系统工程理论与实践. 2002(5).
[8] 钱学森. 基础科学研究应该接受马克思主义哲学指导[J]. 哲学研究. 1989(1)
[9] 钱学森. 现代科学技术的特点与体系结构[M]//论系统工程. 长沙:湖南科技出版社,1988.
[10] 盖尔曼. M. 夸克与美洲豹——简单性和复杂性的奇遇[M]. 长沙:湖南科技出版社,1998.
[11] 欧阳莹之. 复杂系统理论基础[M]. 上海:上海科技教育出版社,2002.
[12] 王寿云,等. 钱学森[M]//中国现代科学家传记. 北京:科学出版社,1991.
[13] 钱学森. 感谢、怀念和心愿[N]. 人民日报,1991-10-19.

“从定性到定量综合集成法”的形成与发展

卢明森

从定性到定量综合集成法的形成，为处理开放的复杂巨系统提供了一种比较现实与切实可行的方法，对系统科学与思维科学等具有重大意义，对整个科学技术和哲学具有重大的方法论意义，是人类认识世界与改造世界方法论上的重大创新。这是钱学森一生中第三个创造高峰的主要成果之一，是他为人类做出的又一巨大贡献。

从定性到定量综合集成法的提出到形成，对其本质、路线、内容、过程以及重大意义有一个认识过程。认清这个过程，对创新思维具有重要意义。

一、“从定性到定量综合集成法”的形成

钱学森对马宾、于景元等在1984年所完成的“关于财政补贴、价格、工资的综合研究”的成果非常重视，不仅多次介绍，而且从理论与方法上进行了提炼与概括；既是“开放的复杂巨系统”概念提炼的重要实践基础，更是“从定性到定量综合集成法”提炼的主要依据；对其中所蕴涵的理论与方法论的认识是逐步深入、提高的。从其认识过程中可以看出，综合集成法的提炼、概括大致经历了“定性与定量相结合的系统工程方法→定性与定量相结合的综合集成法→从定性到定量综合集成法”三个阶段。

1. 定性与定量相结合的系统工程方法

钱学森1984年底看到于景元等的研究报告。1985年1月，在北京的一次会议期间，他与著名经济学家薛暮桥就自然科学与社会科学结合的谈话中，在谈到如何把系统工程运用到经济研究中去的时候，第一次公开介绍了710所的成果，认为他们的经验有助于制定国民经济宏观决策，是自然科学运用于经济方面的一个比较成功的实例[1]。不过，当时注重的是自然科学与社会科学相结合，把系统工程运用到经济活动的分析。

1986年4月21日在人体科学讨论班的讲话中，在谈到“决策”科学时进一步

地强调了710所的研究成果对领导决策的重要性。7月27日在全国软科学工作座谈会上的讲话中认为，软科学是定性方法与定量方法相结合的；软科学研究离不开三个要素：第一是信息、情报资料，情况要搞清楚；第二，为了定性定量相结合，专家的意见非常重要，一定要有渠道收集专家的经验和判断；第三，要定量，建立模型，在搜集资料以后，请专家讨论、提意见；然后，根据专家的意见来建立模型，上电子计算机计算；算的结果，再请专家来评审，反复进行。这个过程，就是理论与实践相结合、定性与定量相结合的过程。这是钱学森用从710所的社会经济系统工程实践中初步提炼出来的定性与定量相结合的方法对软科学工作程序所做的解释。

1987年8月11日在中央、国家机关和北京市司、局以上领导干部科学决策知识讲座开学式上的讲话《关于科学决策问题》中，把710所创建的方法提炼、概括为"定性与定量相结合的系统工程方法"，并指出，这一套领导决策方法是真正科学的，是决策的民主化和科学化。

1987年冬在中国人民大学举办的"吴玉章学术讲座"第一讲"社会主义建设的总体设计部"中，进一步对710所的经验做了深入的总结，强调了专家意见的重要性：如何把系统工程定量的科学方法、模型用到国家复杂的经济问题上？怎么才算是建立了正确代表客观实际的模型？电子计算机里建立的模型怎么才能反映事物之间深深固有的关系？这要靠经验和学问，光靠电子计算机专家、系统工程理论专家是不行的，必须有真正有经验的经济学家、管理专家来参加；按专家的意思设计出模型，算出结果，然后再请专家来看看行不行，专家还有意见，还可以改，改得专家提不出意见来了，那就是我们中国最高智慧的结晶了。他还由此联系到政协工作，认为我们政协委员提的意见都很好，但是恐怕只能作为零金碎玉，不是一个完整的大器；主张把这些意见、提案作为一种信息储存起来，当考虑到与这个信息相关的问题时，就可以从信息库中提取出来；这样我们就真正建立了一个信息体系；并建议把人民代表、任何人提的意见都储存到这个信息库中。

1988年3月9日，《人民日报》发表了钱学森的重要谈话，希望促进社会科学与自然科学的联盟，用"定性与定量相结合的系统方法"研究社会主义初级阶段理论。4月，形成了"复杂巨系统"概念。钱学森在一次人体科学讨论班上的发言中指出，像社会系统这样的复杂巨系统，现在要真正从理论上、基本规律上来研究，还很困难，因为太复杂了。怎么办呢？办法就是定量与定性相结合的方法，它是从人类认识客观世界的实践过程中得来的。人在实践当中会发现许多规律性的东西，这对做这方面工作的专家来说，属于经验方面的认识，还写不出数学公式、写不出书来，但是可以对处理社会问题的办法提出意见。如果把这些专家的经验用数学模型组织起来，就不再是一个专家的一得之见，而是所有请到的专家意见

的总和；然后把这个系统模型进行定量的计算。要定量计算就要有具体的数字，数字必须是统计局根据统计结果得到的数字。数字的数量、种类很多，因为这是复杂系统里面最复杂的社会系统。这就是所谓“定性与定量相结合的工作方法”。并且在发言的开头与结尾都强调说：“今天跟大家报告的内容，这不是我一个人的，是我们在间隔两个星期的星期二的系统学讨论班上讨论的，半年来就是讨论复杂巨系统问题得到了一些认识”。

4 月 30 日致匡调元的信明确地把“定性与定量相结合的方法”当作处理复杂巨系统的方法，指出“定性与定量相结合处理社会系统还告诉我们另外一点：是复杂巨系统，所以不能‘简单化’，理解和处理人体，确定其功能状态不能用几个参量、十几二十个参量，要用上百个、几百个参量。这一条是近年来搞经济社会系统工程的实践经验”。7 月 4 日致于景元的信也提到处理复杂巨系统和社会系统要用“定性与定量相结合的方法”。

1985 年初到 1988 年 10 月，是钱学森从社会经济系统工程实践中提炼综合集成法的第一个阶段。经过广泛的探索之后才逐渐认识到其方法论意义，而且对这种方法论有时称为“定性与定量相结合的方法”，有时称为“定性与定量相结合的工作方法”，有时称为“定性与定量相结合的系统工程方法”。显然，这些情况也反映出认识初期的探索性质，并且主要是限于系统工程范围。

2. 定性定量相结合的综合集成法

经过几年探索，方向逐渐明确，加之又有系统学讨论班，认识、提炼、概括的速度明显加快了。

1988 年 11 月 1 日在系统学讨论班上的讲话中，不仅进一步明确了“复杂巨系统”的概念，而且提出“定性定量相结合的综合集成法”，指出：当前对于如何处理复杂巨系统，还没有成功的理论；目前理论就发展到这么一个水平。但也不能说，没有理论就什么也不能干了。对于社会系统，经过几年努力，发展了一种方法，叫做“定性定量相结合的综合集成法”。这在国外是没有的，是中国人的一种创造，是马宾、于景元他们的创新[3]。随后不久，在系统学讨论班谈到从事实到设想时说：“人在一大堆事实面前，怎么样形成飞跃？实际上是要去找一个合适的框架，定性定量相结合的方法，就是帮助去找这个框架，而且是从传统的单个人思考问题，变成集体智慧的集中，把定性定量两者结合起来，互相促进去找这个框架，最后得出的模型正确了，也就说明框架正确了。这就是定性定量相结合方法的优势。”

1988 年 12 月 27 日系统学讨论班讨论开放的复杂巨系统时，再一次明确指出：今天在中国我们认识到了这个问题，而且创造了解决这类问题的方法，就是所

谓"定性定量相结合的综合集成法"。虽然这个方法没有成熟的理论，但是能解决问题。借用一个英文字 Meta-analysis，它是更高一个层次的分析研究。今天我们不但有了复杂巨系统这么一个概念，而且有处理这种问题的可行办法。

一直到 1989 年 4、5 月份，还在系统学讨论班与通信中同北大的朱照宣教授、于景元等讨论有关定性定量相结合的综合集成法及其英语翻译 Meta-analysis 的问题。这半年时间，虽然已经从定性定量相结合的方法上升到定性定量相结合的综合集成法，但是，综合集成法刚提出不久，内容还不够明确、丰富，英文翻译仍采用 Meta-analysis。

此后几个月，钱学森在系统学讨论班的讲话、通信中，将定性定量相结合的综合集成法逐渐地充实、丰富，形成了比较系统、完整的方法论。其中有三篇讲话非常重要，一篇是"定性定量是一个辩证过程"，一篇是"关于将知识工程引入系统学的问题"，第三篇是"关于观念和方法问题"；虽然在《创建系统学》中没有注明时间，但从内容与编排顺序推断，应该是 1989 年 5～9 月这段时间。这三篇讲话就综合集成法强调了三个问题：

第一，定性定量是辩证统一的。从马克思主义哲学来理解，定性、定量本来是辩证统一的。在定量的认识过程中要使用大量定性的东西，最后把模型建立起来，定量。定量跟原来的定性不在同一个水平上，是更高一个层次的东西。从低层次的定性到高一层次的定量，然后集成起来成了更高层次的定性。这是毛泽东提出的从感性认识到理性认识的循环往复发展。定性定量相结合的方法是辩证的，从定性到定量，定量又上升到更高层次的定性。所以照搬西方 Meta-analysis 恐怕不合适。我们的办法是"集腋成裘"！所以要全面描述的话，就是"定性定量相结合的综合集成法"，简称叫"综合集成"，翻译成英文倒是可以借用 Meta-synthesis，是高层次的综合。

第二，把人工智能、知识工程引进综合集成法。从前的综合集成法是手工式的方法，就是先收集专家的意见，建模，计算，然后再请专家提意见，修改模型等等。后来把人工智能、知识工程这套东西用到定性定量相结合的过程中，收集各种知识的范围还可以扩大，除了专家意见之外，从数据库、知识库里都可以收集，这些用人工是不可能做到的，但用计算机可以，它可以把信息库储存的东西都搜索一遍，把一切有用的都集成起来，"综合集成法"就更上一层楼了。那是很了不起的，人认识客观世界就发展到了一个新的阶段。这是真正的现代化的方法，把信息技术、计算机、人工智能和知识工程统统用上了。

第三，同民主集中制、社会思维联系起来。定性定量相结合的综合集成法的真正核心问题是建模过程要靠人的智慧。以前请的专家是十几位，几十位；假设这些专家还要扩大，广泛地征求意见，这个综合就难了，千万条意见摆在那儿，怎

么综合？根据我们国家的民主集中制原则，靠这个“定性定量相结合的综合集成法”，让机器来做人实在累得不得了也没法做好的事，但也不是把整个过程的工作全部交给机器，都交给计算机是没有希望的，还是在人的指挥下来做这个工作。这样就可以既民主又集中，集中大家的意见，把人的智慧提炼出来，使我们党多少年来一直讲的民主集中制，得以真正实现。从学术上讲，我们研究的定性定量相结合的综合集成法，本质上是科学和经验的结合，实际上是思维科学里面的社会思维学，可以用定性与定量相结合的综合集成法去探索集体思维、社会思维。因此，定性定量相结合的综合集成法，不但在系统科学里是大事，在思维科学里也是个大事；搞系统科学的人跟搞思维科学的人应该结合起来突破。

1989 年 9 月 8 日，钱学森在与中国科协“中国交通运输发展战略与政策研究”课题组的谈话中介绍了定性与定量相结合的综合集成法，并预告：如果有兴趣，可以查看将在 1990 年第 1 期《自然杂志》发表的“一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论”。1989 年第 10 期《哲学研究》发表了钱学森的文章“基础科学研究应该接受马克思主义哲学的指导”，其中“开放的复杂巨系统的研究和方法论”一节指出：开放的复杂巨系统现在还没有理论，没有从子系统相互作用出发构筑出来的统计力学理论！现在能用的、唯一处理开放的复杂巨系统（包括社会系统）的方法，是把许多人点点滴滴的经验认识，即往往是定性的认识，与复杂系统的几十、上百、几百个参数的模型，即定量的计算结合起来，通过研究主持人的反复尝试，并与实际资料数据对比，最后形成理论。在这个过程中，不但模型试算要用大型电子计算机，而且在人的反复尝试抉择中，也要用计算机帮助判断选择。这就是所谓定性与定量相结合的处理开放的复杂巨系统的方法。它是真正的综合集成，不是国外说的综合分析 Meta-analysis[3]。这标志着 1989 年 9 月，定性与定量相结合的综合集成法已经形成。

对定性定量相结合的综合集成法第一次做出完整、系统阐述的，是钱学森和于景元、戴汝为合作发表于 1990 年《自然杂志》第 1 期上的“一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论”。文章对定性与定量相结合的综合集成法着重阐述了提炼、概括的实践根据、基本内容、实质、特点、应用及其重大意义。因此，这篇文章被学术界誉为系统科学发展的第二个里程碑。

定性与定量相结合的综合集成法已经超出系统工程范围，上升到方法论的高度，这是钱学森提炼综合集成法的第二个阶段，从 1988 年 11 月到 1990 年 5 月，经历了一年半的时间。

3. 从定性到定量综合集成法

1990 年 5 月 16 日，钱学森给于景元写信以商量的口气第一次提出从定性到

定量综合集成法：原来称作“定性与定量相结合综合集成法”，请考虑可否改称为“从定性到定量综合集成法”？实际是综合集成定性认识达到整体定量认识的方法，可简称“综合集成工程”，英文为 Metasynthetic Engineering[3]。三天后在给戴汝为的信中也说：我们原来称为“定性与定量相结合综合集成法”，似可改称“从定性到定量综合集成法”：综合集成定性认识达到对整体的定量认识；“法”即技术工程，是综合集成工程；综合集成工程位居思维科学的工程技术层次，创立并发展它将为思维科学的技术科学层次及基础科学层次（思维学）提供营养。

可能是由于在与他的学生、同事商量是否把“定性与定量相结合的综合集成法”改为“从定性到定量综合集成法”还不够成熟的缘故，在此后的三四个月内，在与其他人的通信中还采用公开发表的“定性定量相结合的综合集成法”。例如1990 年 7 月 7 日致姚依林副总理的信中，8 月 7 日致高沈淮同志的信中都仍然使用定性与定量相结合综合集成法。但与他的学生和同事的通信中则继续深入探讨从定性到定量综合集成法相关的问题，深入挖掘从定性到定量的动态含义和哲学根据。

经过一段时间的商量、讨论与思考，对从定性到定量综合集成法的认识逐渐明确；1990 年 10 月基本成熟，逐渐在一些公开的场合下谈论。这种关于从定性到定量综合集成法的探讨、议论、充实、发展一直持续到 1991 年末、1992 年初，使其内容逐渐丰富、完善。其中，主要观点包括：

第一，从定性到定量实际是毛泽东讲的从感性认识到理性认识，只是当时的这一过程受制于计算能力；在 20 世纪 40 年代的延安窑洞里，理性认识受极初级计算工具的限制，只能搞个大轮廓而已，不太有把握，只好再实践、再认识。吴文俊的成就在于他抓住了电子计算机这一强有力的计算工具，把解析几何早就指出的从定性到定量的途径走下去了，以至到今天他要扩大到整个数学领域。于景元他们搞宏观经济问题，在 100 年前是不可能从定性到定量的。解决开放的复杂巨系统问题，就连现代每秒几亿次的计算机，以至每秒万亿次的计算机都不够用。我们必须动脑子，出点子，使计算量控制在机器能力之内。这是我们面临的问题。

第二，我们的目的是设计制造能代替人的一部分脑力劳动的智能机，而这项工程技术就是人工智能，或称“人工智能学”。“知识系统”这个词很好，因为的确是个“系统”。以前大家探索，提出各种模型，那都是“一得之见”，有其模糊之处，只有把各种模型综合起来，才能互补，才能从模糊到清晰。这是不是也可以说是一种“从定性到定量”？“从感性认识到认识理性”？这里系统的概念是很有用的。智能机是现在及今后 50 年我国的尖端技术。智能机和人工智能是工程技术，属思维科学的实用层次；而知识系统或知识系统学则属应用科学，是思维科学的中间层次；所以智能机的工作最终也将有助于思维学的研究，思维学属思维科学的

基础科学层次。研究开放的复杂巨系统，一定要靠从定性到定量的综合集成这个技术，因为首先要处理大量的信息、知识。信息量之大，难以想象，哪一个信息也不能漏掉，因为也许那就是一个重要的信息。情报信息的综合，这是首先遇到的问题：这个工作就要用知识工程，而且一定要用知识工程，因为信息量太大了，光靠手工是无法完成的。从定性到定量的综合集成技术是思维科学的应用技术，是大有可为的。应用技术发展了，也会提炼、上升到思维学的理论，最后，上升到思维科学的哲学——认识论。从定性到定量的综合集成工程，metasynthetic engineering，就是以人-机结合的方法搞社会思维。由此实践再上升为理论，即社会思维学；所以社会思维学的路子好像有了。

第三，所谓从定性到定量综合集成法，是综合了许多专家意见和大量书本资料的内容，不是某一专家的意见，而且是从定性的、不全面的感性认识到综合定量的理性认识，这个方法已经过实际应用。可以说，对于“开放的复杂巨系统”开始找到了一个可行的方法，我们把这个方法叫做从定性到定量综合集成法。可以说我们走上了正确的道路，而这条道路的特征就是从定性到定量，从感性认识到理性认识。解决“开放的复杂巨系统”，要跳出培根式还原论方法，那是机械唯物论的方法，要摆脱这种思想的束缚，必须用马克思主义哲学。

第四，辩证思维是什么？它是人们从事将感性认识上升到理性认识的思维过程。这一思维过程是高度复杂的，是用从定性到定量综合集成法来处理开放的复杂巨系统时的思维过程。定性就是点点滴滴、不全面的感性认识；定量就是全面的、深化了的理性认识。这一转变是一个飞跃，所以是辩证思维。我们从对开放的复杂巨系统的研究实践中悟到：这种思维过程是高度综合的，包括：抽象（逻辑）思维；形象（直感）思维；社会（集体）思维；以至灵感（顿悟）思维。所以辩证思维是高层次的，是思维科学中一大难题。现在离完整的理论尚远[3]。

第五，从前我们只是把从定性到定量综合集成技术与《实践论》结合起来，阐明了这项技术是在现代科学技术条件下《实践论》的具体化。但在建立模型及成果定量化之后，如何提出领导概念中的方针政策，似未讲清。这部分的思维方法就是《矛盾论》，因此完善提高从定性到定量综合集成技术要引用《矛盾论》。从定性到定量综合集成法是建筑在《实践论》的基础上的，从定性到定量综合集成法的工作过程则以《矛盾论》为指导思想。就是说，在建立数学模型的曲折过程中，要发现主要矛盾及矛盾的主要方面，要千万记住：矛盾是一个发展运动，会转化的。我们的许多失误都在于未跟上实际，思想僵化，不知道矛盾已经转化，出现新矛盾了。

从定性到定量综合集成法突出地强调了动态的、辩证的性质，这是钱学森提炼综合集成法的第三个阶段，前后经历约一年半的时间。

综观钱学森对从定性到定量综合集成法的提炼，从1985年初到1992年初，大约经历了7年。

二、从定性到定量综合集成法的发展

钱学森提炼出从定性到定量综合集成法以后，继续前进，进一步地提出了一系列新思想，使从定性到定量综合集成法得到丰富与发展。这个过程可以大致概括为：从定性到定量综合集成研讨厅体系→大成智慧工程→大成智慧学三个阶段。

1. 从定性到定量综合集成研讨厅体系

1992年3月2日，在给王寿云的信中说："你们几位正在写作的文章可否以此为题：《从定性到定量综合集成研讨厅体系》？这是把下列成功经验汇总了：几十年来世界学术讨论的Seminar；C^3I及作战模拟；从定性到定量综合集成法；情报信息技术；'第五次产业革命'；人工智能；'灵境'；人-机结合智能系统；系统学……"。并在信后加注一句："这是又一次飞跃！"

1992年3月6日在给汪成为的信中说："我不以为能造出没有人实时参与的智能计算机，所以奋斗目标不是中国智能计算机，而是人-机结合的智能计算机体系。这是对我1989年讲的又发展了，我得益于近年来对从定性到定量综合集成的学习。我前次同您六位谈的就是这个认识。最近我向王寿云同志提出一个新名词，叫'从定性到定量综合集成研讨厅体系'，是专家们同计算机（可能要几十亿Flop）和信息资料情报系统一起工作的'厅'。这 个概念行不行？请你们研究。"

1992年3月13日在给戴汝为的信中讲得更明确："我们的目标是建成一个'从定性到定量综合集成研讨厅体系'。这是把专家们和知识库信息系统、各AI系统，几十亿次/秒的巨型计算机，像作战指挥演示厅那样组织起来，成为巨型人-机结合的智能系统。组织二字代表了逻辑、理性，而专家们和各种AI系统代表了以实践经验为基础的非逻辑、非理性智能。所以这是21世纪的民主集中工作厅，是辩证思维的体现！自本世纪初以来，发达国家中成功的科学研究中心，都有所谓Seminar。我在Caltech就有幸参加过这种活动，印象很深，那真是民主集中！在我们社会主义中国，应该把这个宝贵经验与马克思列宁主义、毛泽东思想加现代科学技术结合起来，这个想法，请您几位讨论指教。"信后加注一句："民主集中是中国老一代革命家提出来的，但在他们的时代缺乏必要的科学技术手段来真正实现它。"

从1992年3月上半月这11天的三封信中可以看出，从定性到定量综合集成

研讨厅体系是钱学森当时思考的中心问题。由于是刚刚提出，故用商讨的口气征求他的学生们的意见。

在3月23日致戴汝为的信中将从定性到定量综合集成研讨厅体系同思维科学联系起来：人脑的思维能力是不断发展的，人类的历史含有此意；一个人的思维能力也如此。那么，它又是怎样发展的呢？第一是人脑这个开放的复杂巨系统有很强的可塑性，是活的，不是死的、不变的；第二加实践的作用。研究脑科学的任务就是搞清这种思维能力发展的机理、机制，这是精神学 mentalias 的核心。而思维科学的任务就是从思维的角度找出思维能力发展的途径并付诸实施。当然这里首先要解决：什么叫思维能力？也就是什么叫聪明、智慧？我们要研制的从定性到定量综合集成研讨厅体系就是完成思维科学这一任务的一个建议。这能不能说是开拓性的想法？思维科学也是动态的科学，不是静态的科学：我们要创立思维动力学，而以前我们说的只是思维静力学。

6月30日在给于景元的信中强调：将来这个"厅"是专家集体（在一位带头"帅才"领导下）与书本成文的知识、不成文的零星体会、各种信息资料以及由以上"情报"激活了的专为研究问题的 supporting software 之间的反复相互作用，其中还要用电子计算机试算，算出结果又引起专家要查询资料、新的激活了的"情报"，就连"命题"也会要修订。在一轮讨论中，这种交互作用的出现可以很快，所以电子计算机要高速、并联工作。Seminar 的经验就在于此！希望你们经过讨论，能搞出一个工作方案，要报上级批示呀。

11月13日，钱学森与王寿云、于景元、戴汝为、汪成为、钱学敏、涂元季的一次"关于大成智慧的谈话"[3]，首先谈的就是"关于建设从定性到定量综合集成研讨厅体系"，重点强调两个问题：①信息和信息网络的高效化。当今世界，信息量之大是十分惊人的。如果不使用信息网络高效化，那就会成为泰山压顶，非把人压垮不可。因此，建设高效能的信息网络，让人能够很方便地提取和使用信息，是一个重要问题。这是我们搞综合集成研讨厅要解决的第一个问题。②综合集成技术。在信息网络大量资料的基础上，将来的研讨厅体系，要用到大量的决策支持系统案例的结果。这些结果将来也要建一个库，供决策使用。这样的成果是较高层次的信息库。综合集成技术的第二个方面是怎么样把参加研讨厅的专家意见综合起来。

1993年4月10日在致戴汝为的信中强调：在从定性到定量综合集成研讨厅体系中，核心的是人，即专家们；整个体系的成效有赖于专家们。

1995年1月由钱学森、于景元、涂元季、戴汝为、钱学敏、汪成为、王寿云联合撰写的"我们应该研究如何迎接21世纪"中说：这个研讨厅体系的构思是把人集成于系统之中，采取人-机结合、以人为主的技术路线，充分发挥人的作用，使研讨

的集体在讨论问题时互相启发，互相激活，使集体创见远远胜过一个人的智慧。通过研讨厅体系还可把今天世界上千百万人的聪明智慧和古人的智慧(通过书本的记载，以知识工程中的专家系统表现出来)统统综合集成起来，以得出完备的思想和结论。这个研讨厅体系不仅具有知识采集、存储、传递、共享、调用、分析和综合等功能，更重要的是具有产生新知识的功能，是知识的生产系统，也是人-机结合精神生产力的一种形式。系统科学、系统工程和总体设计部，综合集成和研讨厅体系紧密结合，形成了从科学、技术、实践三个层次相互联系的研究和解决社会系统复杂性问题的方法论，为管理现代化社会和国家，提供了科学的组织管理方法和技术，其结果将使决策科学化、民主化、程序化以及管理现代化进入一个新阶段。

1995 年 5 月 8 日，王寿云、汪成为给钱学森写信，报告了建立研讨厅的情况，钱学森非常高兴。在 14 日的回信中说："我要向您二位祝贺已取得的成绩：已有了个能运转的研讨厅体系了。但从定性到定量综合集成研讨厅是件新生事物，我们只是从过去于景元同志的工作悟出这个想法，理论是极有限的。所以开展研讨厅体系要靠实践，实际用它加专家们一起，在实干中发现改进的一条条可能，再一步一步改进。所以要多用，多探讨改进。就是一个题目，也可以多次试用，找出最有效的工作方法。因此运转经费要多一些，也要有一帮肯下功夫同研讨厅'泡'的同志。'熟'能生'巧'嘛。"

1997 年 7 月 3 日给研究小组 6 同志的信中说："我们的从定性到定量综合集成法和综合集成研讨厅体系就是所谓'知识发现技术'。我们的成功在于开发了人-机结合的方法，而人-机结合不正是 21 世纪的科学方法吗？"

从上面援引的这些资料可以充分看出，从定性到定量综合集成研讨厅体系是钱学森对从定性到定量综合集成法的进一步发展。从定性到定量综合集成法是方法论上革命性的创新，从定性到定量综合集成研讨厅体系则是实践这一新方法论的组织形式，是把这一新方法论运用于各种工程的实践形式，是社会思维的一种重要运用，也是当前与今后重要的知识创新、知识生产形式。

2. 大成智慧工程

1992 年 8 月 27 日致王寿云的信中提出了"大成智慧工程"：我们的从定性到定量综合集成法和从定性到定量综合集成研讨厅体系所表述的概念还要深化。是否是：把人类几千年来的智慧成就集其大成，把计算机科学技术，人工智能技术，作战模拟技术，思维科学，学术交流经验，加上马克思主义哲学，合成为"大成智慧工程，Metasynthetic Engineering"。用这样一个词是吸取了中国传统文化的精华的，请国防科工委领导酌定。在信后附件中对"大成"一词的含义与来源做了

考查。

10月19日给戴汝为写信说：我们是要把古今中外千亿人的头脑组织成为一个伟大的思维体系，复杂超巨型系统。可否称之为“大成智慧工程”？

11月13日与6同志“关于大成智慧的谈话”中谈的第二个问题就是关于大成智慧工程：我们现在搞的从定性到定量综合集成技术，名称太长，也不好译成英文，按照中国文化的习惯，我给它取了个名字，叫大成智慧工程。中国有“集大成”之说，就是说，把一个非常复杂的事物的各个方面综合起来，集其大成嘛！而且，我们是要把人的思维，思维的成果，人的知识、智慧以及各种情报、资料、信息统统集成起来，我看可以叫大成智慧工程，是系统工程的一个发展，目的是为了解决开放的复杂巨系统的问题。我们今天搞的综合集成研讨厅体系，是要把今天世界上千百万人思想上的聪明智慧，和已经不在世的古人的智慧都综合起来，所以叫大成智慧工程(Metasynthetic Engineering)。这是我们按照毛泽东的认识论，结合现代的系统工程和大家的实践经验发展起来的，这可是方法论上的一个大飞跃，大发展。实际上，我们是把马克思主义的认识论与现代系统工程的方法结合起来了。

3. 大成智慧学

“关于大成智慧的谈话”中第三个问题是大成智慧学：大成智慧工程进一步发展，在理论上提炼成一门学问，就是“大成智慧学”。它实际上是马克思主义哲学的发展与深化，或者说是马克思主义哲学发展到一个新的阶段，我们为它取一个朴素名字，叫大成智慧学。毛泽东的智慧不是来源于科学，而是来源于中国传统文化，毛泽东的许多思想，都是从中国文化提炼出来的。哲学家熊十力认为，人的智慧有两个方面：文化、艺术方面的智慧叫“性智”；科学方面的智慧叫“量智”。我过去说的科学技术体系属“量智”；而文化体系属“性智”。从前我只从科学技术方面来讲人的智慧是不够的，还要看到智慧的另一个来源，即传统文化艺术；既要有“性智”，又要有“量智”。这就是大成智慧学。

1993年7月8日在致钱学敏的信中说：“这几年来，我考虑思维科学问题的过程中，这一思想越来越清楚：光用还原论的逻辑思维是不够的，一定要加上整体观的形象思维(包括灵感思维)。因此人的智慧是两大部分：量智和性智。缺一不成智慧！此为‘大成智慧学’，是辩证唯物主义的。”

7月18日给钱学敏的信中又进一步谈到性智、量智：对事物的理解可分为“量”与“质”两个方面。但“量”与“质”又是辩证统一的，有从“量”到“质”的变化和“质”也影响“量”的变化，我们对事物的认识，最后目标是对其整体及内涵都充分理解。“量智”主要是科学技术，是说科学技术总是从局部到整体，从研究量变到

质变,"量"非常重要,当然科学技术也重视由量变所引起的质变,所以科学技术也有"性智",也很重要。大科学家就尤有"性智"。我们在这里强调的是整体观,系统观。这是我们能向前走一步的关键。所以是大成智慧学。我个人体会是埋头于细节、埋头于量变是"死心眼儿",后来学了点马克思主义哲学才豁然开朗。近年来弄系统科学,真有了点整体观了,才搞了点"性智"。当然,我国老一代革命家都是兼备"性智"与"量智"的"大成智慧者"。我们正进入第五次产业革命(信息革命)的时代,有全世界的信息网络(通过信息数据库、计算机、全球通信),还有多媒体技术和灵境技术,使人眼界大开。大量信息如大潮,人可不能被淹,要学会在信息大潮中游泳。这是否要求 21 世纪的人要是"大成智慧者"? 在知识体系图中"性智"与"量智"用实践隔开不妥,要加个双向箭头,以示科学技术与文艺是相通的。

2001 年 3 月钱学森在接受《文汇报》记者采访时,对从定性到定量综合集成法的形成与发展过程做了简要的回顾:我是从搞工程技术走向科学论的,技术科学的特点就是理论联系实际。因而我思考问题,一方面在理论上要站得住,另一方面在工程上还要有可操作性。20 多年来,系统工程和系统科学已经有了很大发展,我们已经从工程系统走到了社会系统,进而提炼出开放的复杂巨系统的理论和处理这种系统的方法论,即以人为主、人机结合、从定性到定量的综合集成法,并在工程上逐步实现综合集成研讨厅体系。将来我们要从系统工程、系统科学发展到大成智慧工程,要集信息和知识之大成,以此来解决现实生活中的复杂问题。系统科学的这一发展,结合现代信息技术和网络技术,我们将能集人类有史以来的一切知识、经验之大成,大大推动我国社会物质文明和精神文明建设的发展,实现古人所说"集大成,得智慧"的梦想。智慧是比知识更高一个层次的东西了。如果我们在 21 世纪真的把人的智慧都激发出来,那我们的决策就相当高明了。我相信,我们中国科学家从系统工程、系统科学出发,进而开创的大成智慧工程和大成智慧学在 21 世纪一定会成功,因为我们有马克思主义哲学作为指导。

显然,钱学森关于大成智慧的思想,是对从定性到定量综合集成法的发展,是经过从定性到定量综合集成研讨厅体系再提炼、概括而形成的理论。如果说,从定性到定量综合集成法是把还原论与整体论辩证统一起来而实现的方法论上的创新,从定性到定量综合集成研讨厅体系是从定性到定量综合集成法应用的组织、实践形式,那么,大成智慧就是对从定性到定量综合集成法所作的理论总结、概括。这是他 20 多年主要精力的结晶,是他一生中第三次创造高峰的主要成果。

致谢:此文写作过程中,于景元、冯国瑞、李世辉、赵少奎同志提出过宝贵意

见，特表示衷心感谢！

（卢明森为北京联合大学应用文理学院副教授）

参考文献

[1] 王文华. 钱学森实录[M]. 成都：四川文艺出版社，2001：353，413，414.

[2] 钱学森. 论人体科学现代科技[M]. 上海：上海交通大学出版社，1998：220，223，434，435.

[3] 钱学森. 创建系统学[M]. 太原：山西科学技术出版社，2001：10，22～23，26～27，30，34～46，66～73，113～114，131～133，193～194，226～227，245，280～298，360，363，400～401，403～405，415，420～421，428～430，433，438～439，444，463～464，466～467，542.

[4] 王寿云，等. 开放的复杂巨系统[M]. 杭州：浙江科学技术出版社，1996：270～272，285，297.

[5] 赵光武. 思维科学研究[M]. 北京：中国人民大学出版社，1999：603，605.

[6] 姚诗煌，江世亮. 以人为主发展大成智慧工程[N]. 文汇报，2001-03-20(2).

社会主义现代化建设理论与管理机制的创新

赵少奎

从 20 世纪 80 年代初以来，钱学森在创建“系统学”的过程中，提出了“宇宙五观世界”、“现代科学技术体系”、“社会主义建设体系结构”、“复杂巨系统的概念及其方法论”、“综合集成研讨厅体系”、“大成智慧学”与“社会主义建设总体部体系”等一系列理论、方法与管理机制的创新，并预测了 21 世纪世界产业革命的发展进程，为我们科学地认识客观世界，进一步发展现代科学技术，以科学的发展观推进我国的社会主义现代化建设事业指明了前进的方向。

一、五观世界与复杂巨系统的概念

在中国这块广袤的土地上，历经上下 5000 年，我们观察、探寻，并赖以生存的世界，究竟应该如何描绘？著名科学家钱学森院士用他的慧眼给我们绘出了一个“五观世界”的生动图景（参见图 1）。

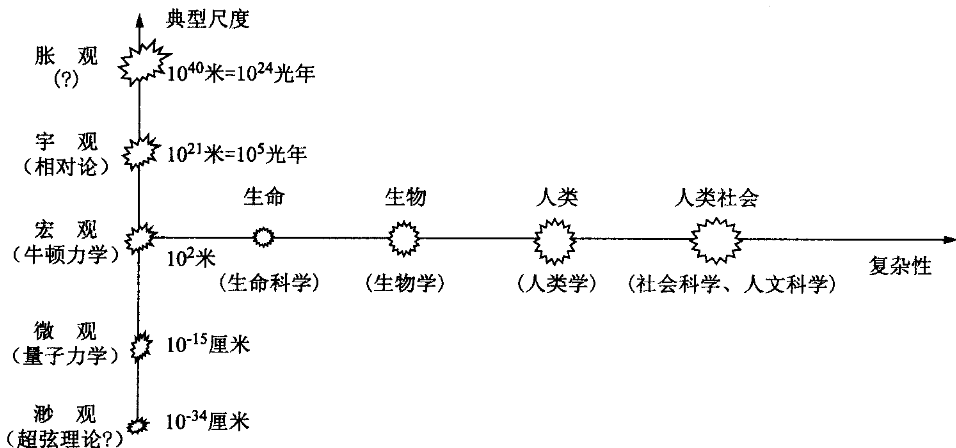


图 1　人类探寻的客观世界及其基本理论

客观世界由各种物质及其能量、信息组成，系统是在自然界和人类社会中存在的普遍形式。按照不同的原则，可以划分为各种不同类型的系统。钱老从系统科学的角度出发，抓住系统的本质，按照系统中所含子系统、子系统种类的多少和它们之间关系的复杂程度，把系统划分为简单系统和巨系统两大类：

简单系统是指组成系统的子系统数量比较少，相互间关系比较单纯，如一台机器。子系统数量相对较多，几十、上百，可称简单大系统，如一个工厂。

子系统数量非常多，成千上万、上百亿、万亿，则称巨系统。若巨系统中子系统种类不太多，几种、几十种，而且相互关系比较简单，称为简单巨系统，如激光系统等。研究这类系统用简单系统的方法不行，巨型计算机也不够用了，可以用在统计力学基础上发展起来的“耗散结构理论”和“协同学”来解决[1]。

子系统、子系统种类很多，并有层次结构，相互关联很复杂，甚至层次也说不清楚，就是复杂巨系统。若其对环境是开放的，可称为开放的复杂巨系统。对人类生存与发展具有重要影响的人脑系统、人体系统、地理系统、星系系统、社会系统，以及农产业系统、林产业系统、草产业系统、海产业系统、沙产业系统等都是开放的复杂巨系统，它们具有明显的复杂性特征。社会系统里一个重要的组成是人，人是极其复杂的，他的反应和行为是多种多样的，迄今为止，在人类探寻到的客观世界里，社会系统是最复杂的系统，因此，称其为“开放的特殊复杂巨系统”。我们研究客观世界的复杂性，是为了改造客观世界，这些复杂巨系统是我们研究的主要对象。

对于复杂巨系统，人类对它们的认识还很有限，迄今还没有深人研究和处理它们的成熟理论方法。正如钱学森院士指出的“人脑中的认识不等于客观世界本身，永远不会如此，只能经过曲折的道路逐步逼近。人的认识过程是对客观存在的、开放的复杂巨系统的研究过程……”客观世界中还有哪些属于复杂巨系统？它们的系统结构是怎样的？它们演化、协同和控制的一般规律如何？还需要我们进一步研究，这是新世纪摆在我们面前的一项认识和改造客观世界的重要而艰巨的任务。

二、21世纪产业革命的进程

按照马克思提出的产业革命概念，钱学森院士指出：在人类历史上已经经历了四次产业革命。

第一次产业革命是农业革命，大约发生在10000年以前的新石器时代，即人从采集、狩猎为生发展到开始搞种植业、畜牧业，开创了第一产业——农业。由此引起由原始公社到奴隶社会的社会政治革命。

第二次产业革命是商业革命，出现在奴隶制后期，即出现商品，人们开始为交换而生产……时间大约在 3000 前，由此引起由奴隶社会到封建社会的社会政治革命。

第三次产业革命是经典著作中的工业革命，18 世纪末首先在英国发生，后来 19 世纪扩展到整个欧洲。这次产业革命创立了第二产业，即工业。由此引起欧洲由封建社会向资本主义社会的过渡。

第四次产业革命发生在 19 世纪末，20 世纪初，西方工业比较发达的国家出现了大规模、组织起来的跨国工厂的生产，生产规模成为世界性了，原料从这个国家出来，生产可能在另一个国家，产品向世界输送，发展成世界性产业，开始创立第三产业——服务业，有人称其为“垄断业革命”。

现在正在经历第五次产业革命，即信息产业革命。钱学森院士指出：它是以微电子、信息技术为基础，以计算机、网络和通信等为核心的信息革命。由于计算机、网络和通信的发展与普及，使劳动的信息化、智能化程度大大提高，人类将开创新一代人机结合的劳动体系，标志着世界经济开始从工业化进入了信息经济时代，知识与技术的密集型产业将成为创造社会与物质财富的主要形式，由此将创立第四产业：科技业、咨询业和信息业；第五产业：文化业。计算机与通信网络的结合与普遍使用，不仅改变着人们的生产方式、学习方式、生活方式和娱乐方式，计算机软件也将成为人类文化的组成部分，开创了人机结合的精神生产力，将有可能最终导致消灭体力与脑力劳动的差别。

1984 年，钱学森院士在中国农业科学院提出大农业应包括五个方面：农业、林业、草业、海业和沙业。这五业一旦采用高新技术，又是一件了不起的事。钱学森院士预测将发生第六次产业革命，它是以微生物、酶、细胞、基因工程为代表的生物工程革命，到 21 世纪将发展成以动、植物工程、药物和疫苗、蛋白质工程、细胞融合、基因重组等为核心的生物工程产业，它的产业化将创造出高效益的物质生产，将引发新的大农业生产为特征的产业革命。这次产业革命的实质是以太阳光为能源，利用生物(动、植物和菌类)、水和大气，通过农、林、草、畜、禽、菌、药、鱼，加上工、贸等途径，形成新的知识密集型产业，即开创大农业生产，包括新型的农产业、林产业、草产业、沙产业和海产业，这样发展起来的第一、二产业，除生产的产品不同外，在生产方式上已无实质上的差别，将可能最终导致消灭工业和农业、城市和农村的差别。

钱学森院士还指出：人体科学(包括医学、生命科学)的发展，将渗透到各行各业，无疑将引发一场涉及人民体质建设的第七次产业革命。通过采用系统科学发展起来的“从定性到定量综合集成法”，把中医、西医、民族医学、中西医结合、体育医学、民间偏方、气功、人体特异功能、电子治疗仪器等几千年来人民防病治病，健

体强身的实践经验集成起来，总结出一套科学的、全面的现代医学，包括测试身体和查病的第一医学、辨证施治的第二医学、防病的第三医学、人体器官再造和补残缺的第四医学，以及提高人体功能的第五医学等。这样就可以真正科学地进行人民体质建设了，人民体质和人体功能都将大大提高，这将是医疗卫生事业的一场革命，人类历史上的第七次产业革命。

21世纪三次产业革命相继到来，将有可能逐步消灭人类历史形成的三大差别（脑体劳动、工农和城乡），并引发一次新的社会革命。随着纳米技术的发展，钱学森院士预测将产生又一次如同现在信息技术推动的产业革命。系统科学是上个世纪中叶兴起的一场科学革命，系统工程的实践又将引起一场技术革命，这场科学与技术革命必将在21世纪推动又一场新的组织管理革命的到来。即将到来的21世纪，由于信息技术、生物工程和人体科学、医学的发展，钱学森院士预测：将相继在一定时间段重叠出现人类历史上三次新的产业革命，将开创人类历史上社会生产力发展的新阶段，也必将导致经济社会形态的飞跃发展，同时引起政治和意识社会形态的变革，迎来中国当代第三次社会革命的到来，成为一场创造生产力的社会大革命。显然，科学地预见人类社会发展的未来，既需要智慧，也需要足够的勇气。

三、科学地认识客观世界需要理论创新

1. 现代科学技术体系

从整体上看，现代科学技术研究的对象是整个客观世界，但是，从不同的角度，以不同的观点和不同的方法研究客观世界的不同问题时，现代科学技术产生了不同的科学技术部门。

面对科学技术突飞猛进地向前发展，在马克思主义哲学的指导下，钱学森院士深入地研究时代特征的发展变化，提出科学技术不能只是自然科学和社会科学，而是一个大的科学技术体系（参见图2）。到现在为止，按照钱学森院士的看法：科学技术体系横向划分十一大部门：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文艺理论、军事科学、行为科学、地理科学和建筑科学。纵向划分为三个层次，即工程技术、技术科学和基础科学。唯一例外是文艺，文艺恐怕只有理论和文艺创作两个层次，从文艺理论到文艺创作不是科学问题，而是艺术。每个部门都有一个联系马克思主义哲学的桥梁，即从这个部门的科学研究成果中提炼出来的思想精华，它要能丰富和发展马克思主义哲学，而马克思主义哲学又通过这一桥梁指导这个部门的科学研究。这个科学技术体系随着社会进

步，还在不断演化、不断发展，是一个开放的动态网络系统。

现代科学技术不仅仅研究一个个事物，一个个现象，还要研究更加复杂的事物、更加复杂现象的发展、变化过程，相互之间的关联和运动规律。建立了现代科学技术的体系结构和发展层次体系，将有利于我们自觉地理论联系实际，更加清醒地认识到当今门类繁多、迅猛发展的学科、专业在现代科学技术体系中的位置、作用，有利于更加迅速地明确学科、专业的核心问题与薄弱环节，以便抓住不同层次学科的主攻方向，组织力量实现突破；在现代科学技术体系的指导下，有利于我们分层次地培养、开发人才、人力资源，分层次地组织研究、开发力量，高效率的实现科学技术的产业化。总之，现代科学技术体系还要进一步完善、细化，它是我们认识、改造客观世界的强大武器；我们不应当坐井观天、故步自封，人为地把科学技术部门分割、分隔开。我们应当充分发挥科学技术体系的整体优势，进一步提高认识客观世界的水平、改造客观世界的能力，并自觉地运用它去解决我国社会主义现代化建设的复杂性问题。



图2　现代科学技术体系结构框图

2. 社会主义建设的体系结构

社会是一个开放的复杂巨系统，社会主义建设是一项复杂的社会系统工程，应当用科学的方法研究、解决社会系统的复杂性问题，认识要全面，方法要创新。

钱学森院士认为，我国社会主义建设基本上有四个层次问题：

第一个层次是总的方针、政策、战略决策，这些由中央制定。

第二个层次的问题，就是长远观点，王任重同志曾讲过："我们共产党不能只考虑5年、10年、15年，要考虑50年，100年的事"。

第三个层次是科学技术研究问题，现在的问题：一是认识上不够重视；二是只顾眼前，急于创收；三是学风不够民主，权威说了算，新思想培养不出来。再者是人才问题，要尊重知识、尊重人才，要用创新的思路大力培养新世纪的建设人才，特别是总揽全局的人才，即帅才。

第四个层次是老年问题。等到老年人有好几亿，占人口的30%～40%时，才去思考和解决这些问题就太迟了。

这些都属于长远问题，要预测长远问题，需要我们科学地认识面对的社会系统结构，需要创建复杂巨系统的方法论，建立复杂巨系统学。

按照马克思创立的社会形态概念，从宏观角度看，任何社会系统，都有三个最基本的社会形态，即经济的社会形态、政治的社会形态和意识的社会形态，经济的社会形态、政治的社会形态和意识的社会形态密切联系在一起，组成一个社会整体(参见图3)。相应的社会主义文明建设也有三个方面，即物质文明建设、政治文明建设和精神文明建设，以及地理环境建设。当然建设社会主义必须有一个中心，这个中心就是经济建设。

我国的社会主义建设事业，从总体上讲，就是这样一种系统结构(参见图4)。钱学森院士指出：我们的社会主义改革是一项极其复杂的社会系统工程，我们把前述的科学技术体系、社会主义建设体系结构建立起来了，就跟放卫星一样，哪个先，哪个后；哪个多投入，哪个控制投入规模……，就可以用科学的理论、方法，有序开发，合理配置资源，成功地建设社会主义了。

3. 综合集成方法论

1989年，在国务院发展中心马宾同志的指导下，航天部710所于景元研究员领导的研究集体，在参与解决国家经济决策问题咨询工作的过程中，开创了一条"定性定量相结合"解决社会经济系统问题的新途径。钱学森院士敏锐地认识到"定性定量相结合的综合集成法"对解决复杂巨系统问题的科学价值，从理论上进行了总结和提炼，站在辩证唯物主义方法论和认识论的高度提出了"从定性到定

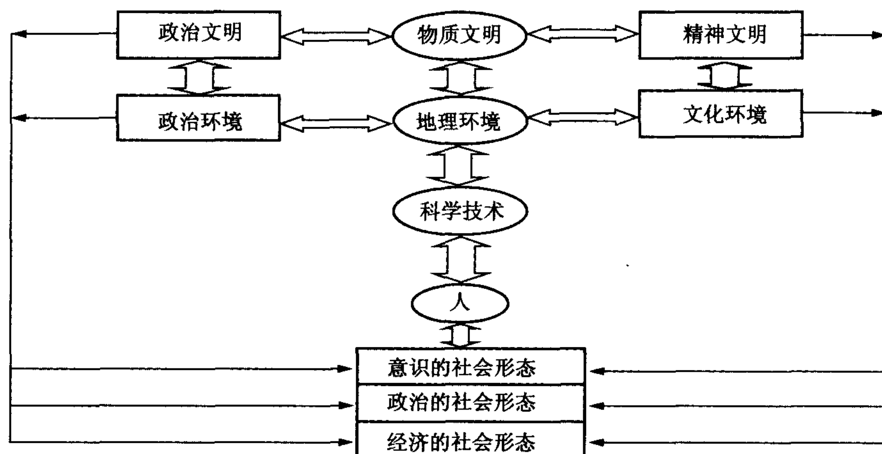


图3　社会系统体系结构

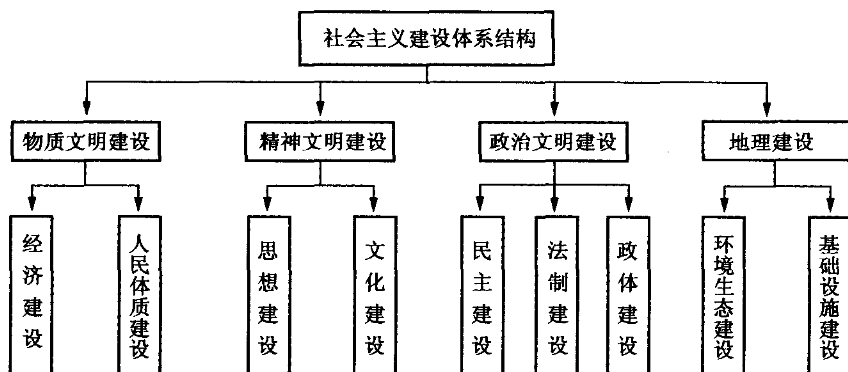


图4　社会主义建设体系结构框图

量综合集成法”，并且进一步提出了“从定性到定量综合集成研讨厅体系”和“大成智慧工程”的概念，这是目前能够解决开放复杂巨系统问题唯一现实、可行的理论思路(参见图5)。

其特点是把不同人(包括古、今世界的人们)的定性认识综合起来，从低层次的定性提高到高层次的定量，然后把定量累计起来形成高层次的定性认识。这个“从定性到定量综合集成法”是在“实践论”的基础上构筑的，在综合集成的过程中以“矛盾论”为指导，在建立数学模型的曲折过程中，注意发现主要矛盾和矛盾的主要方面。而且充分认识到矛盾是一个发展运动，不是一成不变的，是会不断转化的。这是人认识客观世界过程的重要发展，即毛泽东同志提出的从感性到理性认识的循环往复发展过程。

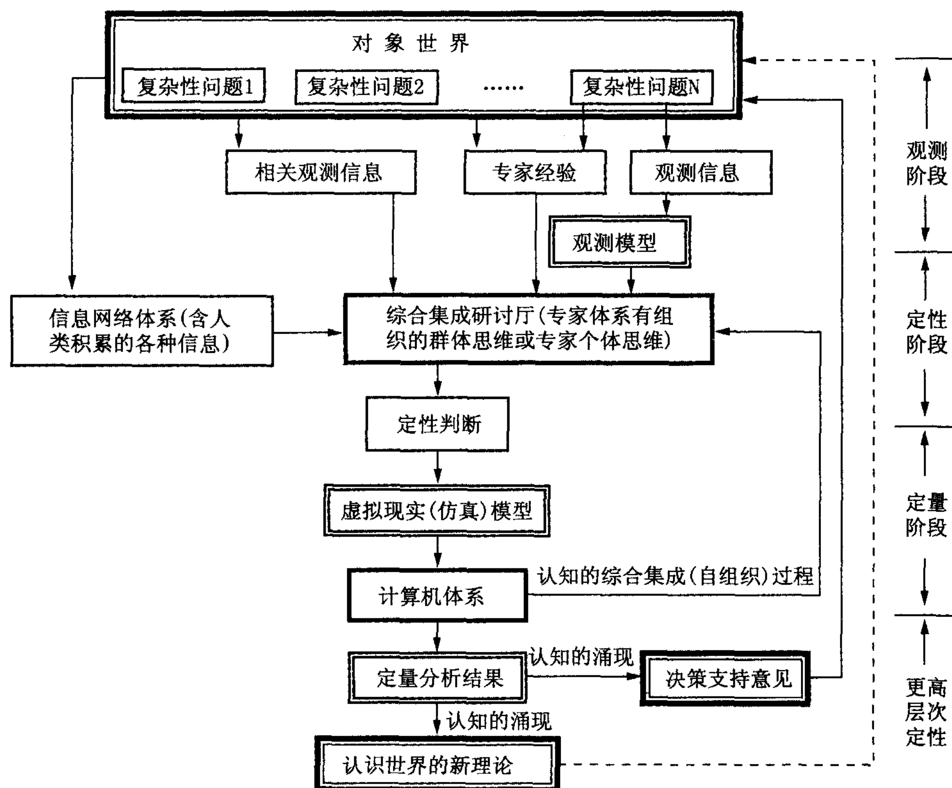


图5 系统论研究、处理复杂性问题的总体思路

从马克思主义哲学来理解,定性、定量是辩证的统一。就是说,在定量的认识过程中,要使用大量定性的东西,目的是最后能够建立起比较正确地反映客观世界的模型,实现最后的定量分析。从定性到定量,定量又上升到更高层次的定性。就是把许多好东西,点滴的东西综合起来,集腋成裘,成为一个大的结构,正确的结构。把人工智能、知识工程这套东西也用到从定性到定量综合集成的过程中,这样收集知识的范围还可以扩大,除了专家意见外,从数据库、知识库里都可以收集,这些用人工难以做到,但是,计算机可以把信息库贮存的信息全面进行搜寻,把一切有用的东西都集成起来,这样“综合集成法”就更上了一层楼,人对客观世界的认识就发展到了一个新的阶段。

概括地讲,处理复杂性问题的基本理论是“复杂巨系统的概念及其方法论”。具体讲,凡是不能或不宜用还原论方法处理的问题,都属于复杂性问题,复杂性问题应当采用“系统论”的原理,运用从定性到定量综合集成的方法去处理。基本方

法是:对于非结构化的复杂性问题,组织相关领域专家进行群体思维碰撞,在充分利用一切可以利用的相关信息的条件下,通过定性判断,在对复杂性问题进行结构化近似处理的基础上,采用人机结合,以人为主的方式,通过多层次的人机对话,逐步实现认知的涌现。工程实践的基本思路是:针对各学科、专业的具体复杂性问题,采用"从定性到定量综合集成研讨厅"体系的运行机制、总体部的组织形式,组织相关领域专家,利用一切可以利用的相关信息进行分析、综合、集成,通过专家群体思维碰撞,在定性判断的基础上,建立计算机仿真支持下的"自组织的认知涌现过程"。这样做,我们面对复杂性问题,将不会束手无策,往往能够迎刃而解或容易找到解决问题的方向或正确的思路。

从图 5 中可以看出,应用系统论的方法处理复杂性问题,信息采集不仅仅针对研究对象本身,而是与研究对象相关的整个客观世界,极大地扩充了珍贵的原始信息源;对复杂巨系统研究的方法通常采用人机结合、以人为主的方式,以结构化的分析方法为基础,通过从定性到定量多层次、多循环的分析、综合、集成,逐步实现对复杂性问题的认知涌现,在此基础上提出以定量研究结果为基础的决策支持意见,并进而实现认识世界理论的升华。因此,可以说,系统论是采用"以人为主、人机结合、仿真支持下的人机交互方式"进行复杂性问题研究的理论、方法,它在研究对象总体、认识客观世界方法,以及认识与改造世界的运行机制上发展了还原论与整体论,是还原论与整体论的辩证统一。

20 多年来,系统工程和系统科学已经有了很大发展,我们已经从工程系统走到了社会系统,进而提炼出了开放复杂巨系统的概念和处理这种系统的方法论,即以人为主,人机结合,从定性到定量综合集成法,并在工程上逐步形成综合集成研讨厅体系。"综合集成研讨厅体系"是在汇总了几十年来世界学术界的专家研讨会(Seminar)、作战模拟、信息技术、人工智能、灵境技术、从定性到定量的综合集成方法和人机结合智能系统等科学研究与实践活动的成功经验基础上形成的。大成智慧工程及从定性到定量综合集成研讨厅体系要求每个参与者除了遵循国际上的 Seminar 精神,除了无保留地放开思想,充分交流,知错公开宣布改正外,还要具有高度的政治思想性、高度的科学计划性、高度的组织纪律性。这是从千百万革命先烈流血牺牲的经验教训中总结出来的,所以,是继承了先辈革命精神的。

4. 系统学与大成智慧学

什么是系统学?钱学森院士明确指出:系统学是研究系统结构与功能(包括系统的演化、协同与控制)一般规律的科学。

1979 年 10 月,在北京召开系统工程学术讨论会时,钱学森院士提出了建立系

统科学体系的问题。

1980 年，在中国系统工程学会成立大会上，钱学森院士明确地提出了系统科学“三个层次，一个桥梁”的体系结构。

1981 年提出创建“系统学”，并且在 1986 年 1 月明确指出：“现在要建设社会主义，要在建国 100 周年使我们的国家达到世界先进水平，这是一段好长好长的路，65 年你要走完这条路，老在‘摸着石头过河’，那可不行，要不犯大错误，必须有预见性，预见性来自何方？来自科学，这个科学是什么？就是系统科学！”这个科学的理论基础就是“系统学”。钱学森院士指出：“理论、观念和方法的问题很重要，因为它对我们认识与改造客观世界具有决定意义。”现在国外学术界兴起“复杂性科学”研究热，而我们讲的复杂性是指复杂巨系统的动力学特性，即复杂系统的自组织特性和其整体的涌现规律。“系统学”是研究系统理论与其一般规律的科学，首先应研究与人类社会发展息息相关的复杂巨系统，复杂巨系统的结构本质上是自组织的，所以，复杂系统的自组织特性与系统的整体涌现规律是系统学研究的核心问题，开放的复杂巨系统的概念及其方法论是系统学的精髓，“整体论与还原论”的辩证统一是系统学的理论基础。我们应在复杂系统动力学特性，即系统的自组织特性与整体涌现性的一般规律基础上建立系统学。

从定性到定量综合集成技术，名称太长，不好译成英文，按照中国的文化习惯，钱学森院士给它取了个名字，叫大成智慧工程。就是把人类几千年来的智慧集其大成，把人的思维，思维的成果，人的认识、智慧，以及各种情报、资料、信息统统集成起来，把计算机科学技术，人工智能、作战模拟技术、思维科学、学术交流经验，加上马克思主义哲学，合成为“大成智慧工程”。实际上是系统工程的一个发展，目的是为了解决开放的复杂巨系统的问题。今天搞的综合集成研讨厅体系，是要把今天世界上千百万人的智慧，和已经不在世的古人的智慧都综合起来，所以叫大成智慧工程。这是按照毛泽东同志的“实践论”，结合现代系统工程和大家的实践经验发展起来的，是方法论上的一个大飞跃，大发展。熊十力先生认为人的智慧有两个方面，文化、艺术方面的智慧叫“性智”；科学技术方面的智慧叫“量智”。“性智”是人根据自己的经验，从整体上看世界，也是综合集成。这方面，我国古代的智者和毛泽东同志给我们做出了榜样，毛泽东的智慧基本来源于此，即革命实践、马列主义加中国的传统文化。从前我们搞科学技术的，只是从科学技术方面讲人的智慧，这是不够的，还要看到智慧的另一个源泉，即传统文化艺术。按熊十力的说法，既有“性智”，又有“量智”，就是“大成智慧”。我国系统科学工作者在钱学森院士的指导下，把马克思主义认识论与现代系统科学的方法结合起来，构建了大成智慧工程。进一步发展，把马克思主义哲学与现代科学技术结合起来，将创建“大成智慧学”。这是几十年来，特别是近 20 多年来，钱学森院士潜

心研究和探索的时代课题，其目的是使人们更加聪明、更加具有创新能力，使人们面对复杂的客观世界，面对新世纪社会发展的错综复杂问题能够更加迅速地做出科学、明智地决策，不断有所发现，有所发明，有所创新。大成智慧学赋予马克思主义哲学以新的内涵，是马克思主义哲学的深化和发展，可以说是对科学的哲学体系发展的重大尝试。

四、现代化建设需要人才观与决策管理机制的创新

1. 树立科学的人才观，培养大成智慧人才

20世纪80年代以来，随着科学技术的迅猛发展，工业发达国家开始从工业经济逐渐向知识为基础的经济社会转变，科学技术已经成为“第一生产力”。提高科技创新能力成为各国经济增长的主要驱动力。“发展高科技，实现产业化”成为国家经济社会发展的核心战略。因此，21世纪在世界范围内，科学技术知识和高层次人才将成为最重要的战略资源，科技创新人才将成为竞争的焦点。

在创建系统学的过程中，钱学森院士十分重视我国现代人才观和教育体系的创新，推进我国科学的人才管理与教育机制的建立。当今世界，人类在科学技术领域的创新活动，已经不是爱迪生发明电灯泡的时代。在工程科学技术领域，特别在军事工程技术领域，随着信息技术的飞速发展和广泛应用，已经迎来了构建“一体化军事装备系统”，即“军事装备体系建设”的新时代。与之相适应，科学方法论将迎来“还原论”与“整体论”辩证统一，走向“系统论”发展的新阶段。现代工程科学技术的发展已经进入了以若干单项高新技术突破为支撑，“综合集成”为主要创新手段；社会化、高度社会化研究与开发活动为主要组织形式，复杂工程系统的开发、建设与运用的科学管理为主要特征的新时代。工程技术的复杂化发展，使工程系统开发和实施过程中的社会性、系统性问题成为突出的课题。无论是工程系统的采办方，还是研制方，在工程开发与实施的过程中，最缺乏的是一批能够对复杂工程问题进行深入、全面系统分析，并从总体上考虑、解决问题的综合性高素质人才。诚如美国负责原子弹、氢弹、弹道导弹和阿波罗登月等重大工程项目的主要负责人和科学家们在总结他们的经验教训时明确指出的：“不论工业界，还是军方、政府，都要把注意力放在发现懂技术、善管理、工作能力强的人才身上，他们能够巧妙地处理洞察力和工程判断力之间的关系。我们最缺乏的是能够从总体上考虑、并对复杂工程问题进行背景分析、从总体上处理问题的科技人才。对复杂工程系统，最需要的是系统分析，我们需要一批有能力和技术经历的人才。”

古人云：“千军易得，一将难求”。在现代经济社会发展与复杂工程系统的开

发过程中，对复杂系统的发展研究、系统开发的技术途径和总体方案能够提出具有举足轻重意义的创新思路的总体论证人员，特别是较高层次的系统发展与开发负责人，是对系统发展与开发工作能够发挥重大作用的“将才”与“帅才”。面对科学技术复杂化发展的总趋势，21 世纪将是一个在交叉、边缘学科与专业最易创新，出成果的时代，人才需求总的趋势是向一专多能型、创新型、通才型、未来型、应变型、开拓型和国际型等高层次人才倾斜。而我国当今工程科技人才的现状基本是：一般性人才多，创新型人才较少；守业型人才多，开拓型人才较少；单一学科、专业人才多，综合型高素质科技人才较少；工程实施人才多，复杂工程系统总体论证、战略谋划型的高素质科技人才更少。

总之，了解、掌握一个部门、一个学科或专业一般信息的人才较多；掌握一个部门、一个学科或专业系统知识的人才较少；具有创新思维、理论和智慧的综合型、战略型人才就更少，“小专业大专家”现象司空见惯，成为颇为普遍的社会现象。

在现代复杂工程系统的开发过程中，我们必须面对多学科、多工程专业的综合与信息一体化问题，并需优先解决系统开发过程中经常遇到的发展环境预测和其他复杂性问题。这些问题与系统实施过程中的具体技术问题相比，通常如同数学运算中的整数与小数的关系，如果在系统开发过程中对其系统性、社会性问题疏忽或搞错了，如同数学运算中，把整数位算错了，小数位算得再精确，也难以补偿系统开发可能造成的损失。因此，重大社会与工程系统发展研究、概念设计、技术途径选择与总体方案（包括前无古人的重要试验方案）的提出与制定，往往不仅具有原始创新性质，而且对系统的实施和开发效益具有决定性影响。诚如美国著名科学家在总结他们重大军事装备研制的经验教训时明确指出：对重大装备发展预测、概念设计、技术途径或总体方案提出创新、正确的开发思路或反对意见，比提出工程系统一整套既定的技术要求更能有效地促进人们采取更加创造性的态度，去设计一个新的工程系统。为此，我们应当对单一学科、专业领域的人才，二维知识世界的创新人才，多维知识世界的高素质、综合性科技人才的培养与使用制定相适应的对策。并且应当下决心逐步改变各级决策层领导干部大多处于信息层次，少数处于系统知识层次，很少数达到智慧层次的不理想状态，以利于对国家社会主义现代化建设事业实施具有远见卓识的宏观指导。

钱学森院士的科学实践充分说明，掌握了现代科学知识、对国家和人类具有高度责任感、又有用武之地的人才，是最具活力的生产力要素。人才是科技进步和经济社会发展最重要的资源，建立一整套有利于人才培养和使用、符合科学规律的激励机制是十分重要、迫切的任务。历史的经验表明：一个国家科学技术落后、军事装备落后、经济落后，尽管有其历史原因，但是，从某种意义上讲，科学思

想和管理上的落后是根本性的原因，能否合理使用人才与人力资源具有决定性影响。社会主义现代化建设事业管理的重要任务之一是适时做出正确、具有远见卓识的决策。科学决策的形成、决策之后的组织实施，关键的问题是能否物色到具有宏观谋划、总体运筹和组织实施能力的人才。面对21世纪科技、经济发展的全球性竞争和较量，说到底是史无前例的“科技战”、“智力较量”和“人才战”，竞争和较量的焦点是争夺高智慧人才，特别是科技将才和帅才。钱学森院士指出，科技将才和帅才不一定是科学技术领域中最有成就的科学家和工程专家，但是，他们必须是具有广博的知识，具有某一科技领域或管理领域丰富的实践经验，能看到现代科学技术发展的全貌，能敏锐地展望未来，并且能够联系经济社会发展的实际，具有从总体上考虑和解决问题的能力。

用已故周恩来总理的话说，帅才应当在大事面前能够做到“举重若轻”，即在重大决策面前，能够居高望远，统揽全局，抓住关键；而在落实工作中又要“举轻若重”，在制定实施计划时，善于抓住一切细节，重视各方面的影响因素。从定性到定量综合集成法和大成智慧工程的角度来认识，就是能够要把众人的“举重若轻”与“举轻若重”结合起来，就是具有马克思主义哲学指导、大成智慧的人才了。

2. 国家现代化建设需要决策管理机制的创新

科学决策不仅是对国家现代化事业进行长远谋划与运行管理实施宏观调控的重要“闸门”，而且是提高国家全面、协调、可持续发展能力的关键性管理环节和手段。钱学森院士依据其丰富的科学研究与社会实践经验，清醒地告诫我们：“用系统工程的方法代替老的经验决策做法，只是方法上的一种革新。如果不同时改革我们老一套的体制，不改革我们老一套的观念，科学方法是行不通的。”因此，现在实施科学决策最大的障碍不是方法问题，而是旧的体制与观念的束缚。决策民主化、科学化其实是政治体制改革的重要问题。政治体制改革，就是要改革不适应生产力发展、束缚生产力发展的生产关系和上层建筑，对我们国家来讲，其中一个重要的问题就是科学管理和科学决策问题。

长期以来，特别是近20多年来，钱学森院士潜心研究、不断探索适合我国国情的决策管理组织体系和运行机制，提出设立国家总体咨询部体系（以下简称“总体部”），建议采用我们自己创造的“从定性到定量综合集成法”，推进国家决策机构、决策支持系统和决策信息系统密切配合；高水平的相关领域专家、高素质的系统工程专家与信息分析和真实的统计信息网络系统紧密结合，建立起国家科学决策的组织管理体系和运行机制。

用系统科学的理念认识这一问题，实质上就是如何建立一个科学、高效的国家现代化建设体系结构和运行机制的问题。一个复杂的社会组织系统，其子系统

间具有强烈的交互作用，整个系统及其子系统与环境也有着复杂的交互影响。要使这样的复杂系统协调、可持续运行，首先，必须建立科学、合理的系统结构。一个社会系统组织得好，即系统结构合理，子系统间主次分明、运行协调、对环境适应，才能使整个系统与其环境产生良性的相互关联、制约和作用，使复杂的社会系统在运行的过程中产生良性的自组织特性和整体涌现功能，有效地避免或减少社会系统的复杂性。否则，复杂的社会系统必将是一个缺乏宏观长远谋划、运行效率很低，甚至是不断产生内耗、打乱仗、容易产生腐败的系统。因此，我们应当十分重视国家管理体制与决策运行机制的创新，它是推进我国社会主义现代化建设事业全面、协调、可持续发展的根本性保障措施之一。

我国的社会主义现代化建设事业是一项非常复杂的社会系统工程，钱学森院士认为：今天我国社会主义现代化建设事业出现的问题，从大的方面说，一是缺乏长远考虑，二是缺乏整体思考。其主要原因之一是：我们还没有建立起能够对国家长远发展和复杂的重大建设问题进行具有远见卓识宏观谋划、深思熟虑总体运筹、实施过程有效监控与及时妥善协调的科学管理机制；对社会系统发生的问题协调、决策太慢，措施不够得力。因此，应当下决心解决好国家长远发展和重大建设问题的科学决策管理体制和运行机制问题，真正建立起能够及时、科学地对国家长远发展和重大建设问题进行总体分析、总体论证、总体规划、总体设计和总体协调的决策管理体制与运行机制。国家长远发展和重大建设问题通常是跨部门、跨学科领域的复杂性问题，领域专家的意见往往带有一定的局限性，需要采用“从定性到定量综合集成法”和“从定性到定量综合集成研讨厅体系”的运行机制，才能把各方面知识和专家的意见收集、综合起来，产生认识上质的飞跃，形成定量研究基础上的科学决策支持，这就是钱学森院士提出的国家总体部体系的概念，它是实施“从定性到定量综合集成法”和“从定性到定量综合集成研讨厅体系”运行机制的组织保障。

在第二次世界大战期间，由于战争的复杂化，国外发展了“军事运筹学”，进而产生了作战参谋部的新机制。二次世界大战后，西方工业发达国家把军事运筹学方法和谋划机制推广应用到制定国家国防建设规划、重大军事装备系统开发和经济发展的计划管理工作中，发展了所谓“计划协调管理技术(Progrem evaluation and review technique，PERT)”、“计划运筹管理技术(Graphical evaluation and review technique，GERT)”和“规划、计划和预算一体化技术(Planning，Programming and budgeting system，PPBS)”等一系列系统工程管理方法和相应的管理机制，取得很大成功，使人们认识到复杂系统问题的决策与管理，采用科学的方法和管理机制才能够做到事半功倍。20世纪50年代，我国研制战略导弹，党中央清醒地认识到面对问题的复杂性，适时地建立了为领导科学决策服务的技术咨询单

位——总体设计部。20世纪80年代，航天部系统工程研究中心为国家价格体系改革提供的决策咨询工作，对国家价格体系改革的决策发挥了重要作用，也起到了总体部的咨询与论证作用。钱学森院士把这些经验与国家现代化建设的科学决策管理工作结合起来，提出国家应当建立能够科学地运用“从定性到定量综合集成法”，实施国家长远发展谋划、重大建设问题决策咨询的工作集体——总体部体系。显然，现代复杂工程系统的开发需要总体设计部；现代国家经济社会发展，乃至政治、军事、外交和地理环境长远建设等复杂问题的运筹管理，也需要具有宏观谋划、总体运筹、适时监控与协调监控能力的决策咨询“参谋部”。所以，我们应当进一步开展建立国家总体部体系必要性和可行性的研究与论证工作，以利于进一步从体制创新入手，从根本上提高我国社会主义现代化建设事业的宏观决策管理的水平和能力。

这一建议是有理论根据和实践基础的。当然，从工程系统开发管理和较小规模的社会系统管理实践，发展到国家规模，实施对复杂社会系统的管理，需要有一个逐步完善的过程，为此，建议分两步走：第一步，按照钱学森院士提出的社会主义建设体系结构的思想，建立科学的现代化建设管理体系结构和相应的总体部体系框架，对国家长远建设的重大问题进行研究试点；第二步，随着国家改革开放事业的进一步深化，国家管理“宏观控，微观放”原则的逐步落实，在国家总体部体系逐步完善的条件下，有步骤地提升总体部体系在国家宏观谋划、社会发展总体运筹、实施过程监控与协调的职能。到那时将水到渠成，形成真正意义上的国家现代化建设的科学管理体系结构和运行机制。

十几年前，钱学森院士按照上述思考，向国家提出设立社会主义建设总体部体系的建议，是钱学森院士积几十年科学研究与现代宏大工程开发实践经验，在近20多年系统科学研究成果的基础上，对我国社会主义建设事业科学管理体制和决策运行机制提出的具有重大现实意义的创新思路，应当引起我们的高度重视。

结束语

110年前，恩格斯就说过：“人们自己的社会行动规律，这些直到现在都如同异己，统治着人们的自然规律与人们相对立，到那时将被人们熟练地运用起来，将服从人们的管制……一直统治着历史的客观异己力量，现在正处在人们自己的控制之下了。只有从这时起，人们才完全自觉地自己创造自己的历史；只是从这时起，由人们使之起作用的社会原因才在主要的方面和日益增长的程度上达到他们预期的结果。这是人类从必然王国进入自由王国的飞跃。”这是多么具有远见卓识的科学预见！

面对越来越复杂的世界，科学新思想、新理论的突破与运用；新型综合性科技人才的培养与合理使用；国家科学管理体制与运行机制的建立，关系到国家的前途和命运。成思危教授指出：国家、部委机关“在错综复杂、瞬息万变的环境中生存、发展，就必须要能够从外部准确而及时地获取信息，迅速调整自己的内部结构，以适应环境的变化……逐步建立定性与定量相结合的综合集成政策研讨厅”体系。恩格斯的科学预见，已经使我们看到了实现这一预见的光明前景，钱学森院士乐观地指出：在当代科学技术发展的许多前沿领域中，我们应当相信我们有自己的优势，我们有办法取得胜利，如果我们真正用马克思主义哲学做指导，我们一定能够成功。

参 考 文 献

[1] 钱学森. 创建系统学[M]. 太原：山西科学技术出版社，2001.
[2] 于景元. 钱学森的现代科学技术体系与综合集成方法论[M]//北京大学现代科学与哲学研究中心，钱学森与现代科学技术. 北京：人民出版社，2001：1—25.
[3] 黄顺基. 钱学森论产业革命[M]. 北京大学现代科学与哲学研究中心，钱学森与现代科学技术. 北京：人民出版社，2001：287—316.
[4] 赵少奎. 工程系统开发复杂性的讨论[J]. 中国工程科学，2005. 7(2)：1—8.
[5] 钱学森. 再谈系统科学的体系[J]. 系统工程理论与实践，1981(1)：2.
[6] 钱学敏. 论钱学森与大成智慧学[J]. 中国工程科学，2002，4(3)：6—15.
[7] (美)弗雷蒙·E·卡斯特，詹姆士·E·罗森茨威格. 科学、技术与管理[M]. 柴本良，华棣，李盛昌等译. 北京：国防工业出版社，[出版年不详]：264～265，110～111.
[8] 赵少奎. 钱学森与中国航天科技[M]//北京大学现代科学与哲学研究中心，钱学森与现代科学技术. 北京：人民出版社，2001：77—106.
[9] 钱学森，等. 论系统工程[M]. 长沙：湖南科学技术出版社，1988：11.
[10] 成思危. 复杂科学、系统科学与管理[M]//系统科学与工程研究. 上海：上海科技教育出版社，2000：12—23.
[11] 钱学敏. 论钱学森与大成智慧学[J]. 中国工程科学，2002，4(3)：6—15.
[12] (美)弗雷蒙·E·卡斯特，詹姆士·E·罗森茨威格. 科学、技术与管理[M]. 柴本良、华棣，李盛昌等译. 北京：国防工业出版社，[出版年不详]：264—265，110—111.
[13] 赵少奎. 钱学森与中国航天科技[M]//北京大学现代科学与哲学研究中心，钱学森与现代科学技术. 北京：人民出版社，2001：77—106.
[14] 钱学森等. 论系统工程[M]. 长沙：湖南科学技术出版社，1988：11.
[15] 成思危. 复杂科学、系统科学与管理[M]//系统科学与工程研究. 上海：上海科技教育出版社，2000：12—23.

钱学森与“工程控制论”在中国的传播和发展

姜玉平

控制论与相对论、量子力学被认为是20世纪的三项伟大科学成就，是人类认识和改造世界的三大飞跃。1948年美国数学家维纳抓住一切通讯和控制系统所共有的特点，站在一个更概括的理论高度，综合通讯和控制领域的经验和理论，创立了“控制论”这样一门独立的专门学科。随后，科学家沿着不同的方向发展控制论。其中，第一个突破性进展就是钱学森开创的工程控制论。1954年钱学森在美国出版 *Engineering Cybernetics*，创立了工程控制论这门新的技术科学。50余年来，《工程控制论》广为各国科学家与工程师引用、参考，成为“自动控制领域中引用率最高的著作”[1]，对世界科学技术发展产生了革命性影响。不宁唯是，钱学森回国后还极力推动工程控制论在中国的传播和发展，为我国以“两弹一星”为中心的高科技事业的巨大跨越提供了有力的科学支持。然而，现有关于钱学森与工程控制论的文献多着眼于工程控制论创立的科学意义及其所引起的反响，对他推进工程控制论在中国的发展则鲜有论及，此与他在中国工程控制论发展史上的贡献与地位极不相称。有鉴于此，笔者谨以此文叙述钱学森对中国的工程控制论发展的贡献。

一、钱学森与“工程控制论”的创立

钱学森1934年毕业于交通大学，次年负笈北美。1936年，他开始师从力学大师冯·卡门专攻应用力学，深得冯氏科学思想真传，领悟了既能将科学理论应用于工程实践，又能从工程实践中提取理论研究对象的原则。随后，他在应用力学、火箭技术研究上解决了许多难题，取得了一系列的突破性、创新性成果，迅速成为美陆仅次于冯氏的一流力学大家。鉴于此，1945年5月冯氏提名钱学森加入美国空军科学咨询团，去欧洲考察德国航空、火箭技术发展的情况。次年，科学咨询团为美国空军提供了一个题为《迈向新高度》共九卷的前瞻性报告，其中有五卷由钱学森执笔。这个报告集中体现了钱学森在应用力学、喷气推进和科学规划等方面的过人智慧，得到美国陆军航空兵司令部 H. H. 阿诺德将军的高度评价，他在给

钱的信中写道："您为该顾问团成绩的取得做出了多方面极其有价值的贡献，我愿意向您表示感谢。""您的报告必将对陆军航空兵未来的研究项目规划提供巨大的帮助。"[2]而且，这段重要的经历将这位才华横溢的青年科学家吸引到一个新的研究领域。

德国 V－2 火箭在控制论诞生之前就已投入实战，但其制导技术很落后，精度与可靠性较差。钱学森通过对其发展情况和实战效果的分析，得出结论："V－2 火箭准确性极差，向伦敦发射了 2000 枚，只有 1230 枚落入市区，这其中仅只有半数落在距目标 13 公里的范围之内。"[3]他深刻地意识到火箭控制与制导的重要性，随即将自己的兴趣点转向火箭控制理论的研究。1946 年钱学森离开加州来到麻省，个中因由固然复杂，其中之一可能直接与他此时关注控制与制导的兴趣有关。当时，加州理工的长处在结构、气体动力学等方面，而二战期间麻省理工实际上成为自动控制研究的中心，维纳等人长期在此研究控制理论，并创立了控制论。所以，钱学森到此地可以获得更多有关仪器与控制系统方面的知识。

1949 年钱学森回到加州理工，成为终身受聘的"戈达德教授"，并兼任喷气推进中心主任，这使他能以更广阔、长远的眼光来研究航天技术。然而，此时麦卡锡主义在美国泛滥成灾，大批科学家受到株连，钱学森也未能幸免，行动失去自由，再也无法涉足保密项目。但是，他虽遭百挫而不挠，忍痛割爱将自己的研究重点从已经得心应手的国防科技项目转向控制理论的研究。钱学森在研究过程中发现无论是最大射程、航向控制、燃烧稳定等问题都需要解决优化规划和反馈控制的技术和理论问题。他迅速认识到维纳创立的"控制论"的重要性，很快便运用控制论的原理成功地解决了一批火箭技术中的问题。如 1951 年他研究了"一种探空火箭的最优推进的设计"，即探空火箭的最优弹道问题，要求提出一条理想弹道，在相同的燃料消耗条件下，使火箭达到的高度最大。1952 年，他还研究过如何利用反馈控制的方法使火箭发动机中的燃烧过程稳定，成功地建立了描述燃烧室压力变化规律的方程[4]。这些尝试的成功不仅使他对自己研究方法的正确性深信不疑，而且还使他有了巨大的勇气和坚定的信心。钱学森从"技术科学"的思想和方法论高度出发，意识到不仅在火箭技术的领域内，而且在整个工程技术的范围内，几乎到处存在着被控制的系统或被操纵的系统，而且事实上有关系统控制的技术已经有了多方面的发展，因此很有必要用一种统观全局的方法，来充分了解和发挥上述导航和控制技术等新技术的潜在力量，以更广阔的眼界，用更系统的方法来观察有关的问题，不但可以得到解决旧问题更有效的新方法，并且可以揭示新的以前未看到过的前景。这样，钱学森运用控制论的基本思想、概念，结合战争中得到发展的伺服机理论，把控制论运用于工程中自动控制系统的设计、分析，从而完成了经典工程控制论的综合，创立了"工程控制论"。他于 1953 年底在

加州理工为研究生开设“工程控制论”课程，接着于 1954 年由美国 McGraw-Hill 图书公司出版 *Engineering Cybernetics*。

钱学森不但吸收了维纳的思想，而且比他看得更远。维纳所探讨的“控制论”，是“关于怎样把机械元件与电气元件组合成稳定的并且具有特定的性能的系统的科学”。而钱学森以敏锐的眼光和深邃的洞见力将其看得更为透彻清晰。他将“控制论”所探讨的主要问题界定为“一个系统的各个不同部分之间的相互作用的定性性质，以及整个系统的总的运动状态”，涉及到系统学问题。并且指出，把工程控制论建成一门技术科学的好处是：“使我们可能有更广阔的眼界用更系统的方法来观察有关的问题，因而往往可以得到解决旧问题的更有效的新方法，而且工程控制论还可能揭示新的以前没有看到过的前景。”进而指出：“这门新科学的一个非常突出的特点就是完全不考虑能量，热量和效率等因素，可是在其他各门自然科学中这些因素却是十分重要的”[5]。总之，工程控制论的创立是控制论领域的一次伟大突破。《工程控制论》书中所阐明的基本理论和观点，一方面奠定了工程控制论的基础，为人们提供了解决工程问题的普遍性理论，另一方面指出了进一步研究的方向，使人们能够更系统地、定量地处理工程控制问题，为控制论在工程技术中的应用开辟了新的前景，对自动化科学技术理论的发展起了重要作用。

二、推动工程控制论在中国的传播和发展

1955 年 10 月，钱学森离美归国，开始大展科学报国宏图。此时的新中国，大规模的建设虽已开始，但现代工业基础尚极为薄弱，科技人才尤为匮乏。他在深入调查、研究我国的国情之后，感到在中国发展技术科学的重要性和迫切性。他一方面接受国家的委托，担任我国导弹、火箭等航天科技事业的领军人物，按照国家的需要来安排自己的工作。另一方面，他积极推动应用力学、工程控制论等技术科学的成长，为祖国发展工程技术提供直接的理论支持。钱学森亲自指导翻译《工程控制论》，传播工程控制论知识；以非凡的气魄和远见的卓识，创办人才培养机构，订立培养方案，并登坛教授生徒；设立专门研究机构，规划学科发展战略；积极推动学科共同体的形成，逐渐使工程控制论在国内形成健全的理论研究和工程应用的学科体系，为中国自动控制研究打下了不拔之基。

1. 讲授并指导翻译《工程控制论》

《工程控制论》初版为英文，国内科学界对此知之甚少。为引起国内的重视，钱学森积极向国内介绍这门新兴科学，亲自指导将该书译成中文。1956 年春季他

在北京中关村组织了一个“工程控制论”讲习班，地点在化学所礼堂，每周授课一次，学员有来自北京和外地科研单位及高等学校的200多位专家、大学教师和研究生，这是工程控制论在中国系统传播之嚆矢。如今这段历史已鲜为人知，中科院自动化所戴汝为院士亲身经历了这段珍贵历史，他回忆说：“我分配去力学所时，钱先生在力学所正要准备讲《工程控制论》。我当时还未确定研究方向，所里就安排我和何善堉去跟钱先生学《工程控制论》。我和何善堉两个人整理听课笔记，然后印成讲义发给大家。钱先生每次都审阅并修改我们的听课笔记，我们有时也向钱先生请教疑难问题。”当时，钱学森讲课精神抖擞，抑扬顿挫，将枯燥的知识讲得既深入浅出，明白晓畅，又逻辑谨严，使听众可得其门而入。“大家听了钱先生的课之后，感觉到很不一样”，对此情景至今记忆犹新的戴院士如是说；他们都被钱学森深邃、前瞻性的科学思想、讲课的生动性折服了，“钱先生在MIT、CalTech做过教授，讲课基本上不带书，讲完之后就正好告一段落，下课时间也到了，控制得非常好”。“他讲得真是好，非常清楚而且有条理，能够引人入胜，发挥了他的特长，既从具体的讲起，又站得高，讲得深，确实不简单！”[6]

译外文科学著作为本国文字，属于再创造，绝非易事，为此译者不但在学术上应有很深的造诣，而且须精通外文和中文。新中国成立之前，我国大学中高深科学课程基本上是使用英文教材，课程讲授也以英文为主，或中英夹杂。不过，钱学森与以往常见的、满口外文的“留洋派”不同，全部以中文来讲授工程控制论。他在科学名词术语翻译上着力甚多，并多次虚心地向人请教英文术语的中文译名，据戴汝为说：“钱先生当时讲课用的是道地的北京话，一句英文都没有。我还知道有一次我们几个人在一起，钱先生就问我们英文词random怎么翻译，这个词就是random process，即随机过程。当时有个人想了想，说国内是用‘随机’，钱先生就记住这个了，因为《工程控制论》中有一段是讲随机过程的控制。钱先生的确在语言上是花了很大的功夫，因为他有20年没有在国内，有些中文术语也不大清楚。他这种严谨治学、一丝不苟的精神令人钦佩！”[6]在钱学森的指导下，戴汝为、何善堉根据他讲授“工程控制论”的笔记，于1958年将英文版《工程控制论》译成中文出版。

中文版的发行影响许多青年学者改变原有的研究方向，皈依工程控制论。戴汝为说：“这本书在国内的影响非常大，培养了一大批人才。甚至有些搞机械的也转行搞自动控制了，如原西北工业大学戴冠中校长曾跟我说：‘我本来是搞机械的，在念了《工程控制论》之后改行搞自动控制了’。后来，他的专业是自动控制。总装部科技委主任、前国防科技大学校长郭桂蓉中将也是受《工程控制论》的影响而改变了最初的专业。”[6]而且，该书还对一些留学异国的中国学者也产生了影响，1961年一位回国探亲的留苏学生在致钱学森的函中写道：“今年八月我到北京

休假，在新华书店无意看到了你的《工程控制论》后，二个星期以来，我就天天上北京图书馆看你的《工程控制论》，惊悟到你写的工程控制论就是我放不下的 автоматика，就是我深深感到与工程、国防有密切关系的 автоматическое регулирование。并且，高兴地感到自己在不知不觉中又步了你的后尘，又跟着你走过的道路走着了。我打算在这个暑假中读完你的《工程控制论》。”[7]戴汝为之所以与自动化研究结下不解之缘，也是受了工程控制论的影响，他说：“钱先生指导我翻译这本书时跟我说，以后成立自动化所，你们两个要学习自动控制就干脆到自动化所。后来我就转到自动化所，一直干到现在。在那一年我跟着一个在国际上也是顶层的科学家，确实学到了很多东西，他给我留下了非常深刻的印象，至今历历在目。”[6]可以说，《工程控制论》中文版的出版为我国培养了一代自动控制理论的人才。

2. 介绍工程控制论的学科性质与研究方法

1957 年 1 月，“工程控制论”与华罗庚的“典型域上的多元复变数函数论”、吴文俊的“示性类及示嵌类的研究”同获中科院 1956 年度自然科学一等奖。这也是新中国第一次国家自然科学奖，评选工作是以“在学术上有重大成就或对国民经济、文化发展具有重大意义”的科学研究工作和论著作为奖励对象[8]。获奖成果大体上反映了当时我国科学研究的最高成就。工程控制论获奖的消息迅速在国内外引起强烈的反响和关注，向钱学森祝贺或请教的信件如同雪片般地向钱学森飞来。曾任交通大学校长的黎照寰先生闻此喜讯，于 1 月 25 日特别致信钱学森以示热诚的祝贺，说：“我认为不但您们先进工作者，而且其他的教育和研究工作者都要好好地培养和希领后进，坚决地指明某些条件，必须为后代进取地需要，充分满足。”并殷切地期望他“对于某些教育问题以及学问之道，早些尽量发表意见，做宣传切实，领导教师、学生都得到一些应有的益处”。[9]一腔热血准备将自己的知识奉献给祖国和人民的钱学森当然会乐此不疲，何况还有广大读者强烈的要求以及老校长的殷殷嘱托。

于是，钱学森更加注意工程控制论知识的普及，一为通俗介绍一些自动控制方面的知识，提高民众科学知识程度；二为介绍这门科学的重要价值，借以引起人们的兴趣和重视，为学科发展创造良好的氛围。在此之前，钱学森在 1956 年 10 月 8 日的《光明日报》科学双周刊上发表通俗文章“从飞机、导弹谈到控制它们的电子计算机”，就提到导弹中的自动控制知识，同年还出版科普读物《从飞机导弹说到生产过程的自动化》[10]。尤其饶有兴趣的是，1957 年他以人脑控制走路这个习以为常的事情为例对控制论中主要概念“反馈”通俗易懂、形象生动的介绍[11]，使读者读后非常兴奋，颇受鼓舞，迅速对这门新科学产生浓厚的兴趣。如前文中的那

位留苏学生在1957年6月4日的日记中写道："在《科学大众》上看到了钱学森工程控制论的通俗介绍，相当有意思。我不知道，是否正确(指思想)，我总觉得我希望多搞一些新鲜玩意儿。努力学习吧！"[7]

国内工程控制论研究热潮逐渐兴起，但对其学科归属、性质及方法的认识尚存偏差。钱学森作为这门科学的创始人义不容辞地挺身而出，客观地评介学科性质与方法，肩负起引导学科健康发展的使命，避免年轻学者误入歧途以致浪费宝贵的时间与精力。早在1947年钱学森就提出"技术科学"思想，随后又不断发展演化。他认为，任何一个科学技术部门都有基础科学、技术科学和工程技术这样三个层次。技术科学是介乎基础科学和工程技术之间，它一方面吸收基础科学的成果，另一方面把工程技术里面有一般性的问题抽出来作为研究对象，精炼出具有比较普遍意义的规律，它是基础科学和工程技术综合起来的产物。所以，对技术科学研究的成果再加以分析、提高，就有可能成为自然科学的一部分。他将工程控制论列为"技术科学"，强调须以技术科学思想来指导研究。他说："工程控制论的内容就是完全从实际自动控制技术总结出来的，没有设计和运用控制系统的经验，决不会有工程控制论。也可以说，工程控制论在自然科学中是没有它的祖先的。但是，工程控制论一搞出来，我们很容易看到它的应用并不局限于人为的控制系统。在自然界里，生物的生长和生存都有它们自己的相应的控制系统，而这些自然控制系统的运行规律也是按照工程控制论中的规律的。所以，工程控制论中的一些规律，必然是更广泛的控制论的一部分，而这个更广泛的控制论就是一切控制系统(人为的和自然的)的理论，它也必然是生物科学中不可缺少的，是生物科学的一部分。由此看来，一门技术科学，工程控制论，对一门自然科学，生物科学，是有非常重要的贡献的。"[12]这些思想是钱学森始终坚持的方针，并以此指导国内的工程控制论研究。

当时，许多青年研究人员选择自动控制作为研究方向，但缺乏名师指点。钱学森作为这门科学的创始人，向其讨教请益者自然不会少的。对于后进慕名向其请教者，他总是有求必应，有问必答，而且从不居功自傲、大言欺人，或为他们指示门径，或提示资料。1959年西北工业大学数学教研组的七位同志致信钱学森，说："我们几位同志搞常微分方程稳定性理论，重点是与自动控制有关的，时间要快，以适应不久(很可能两三月)之后外系就会向我们提出问题要解决。另一方面，我们多数是青年同志，……基础薄弱，方向不明确，所以来请教您，希望您在百忙之余帮助我们。"[13]并向钱学森提出几个数学、控制论方面的问题。钱学森在回信中说："我不是学数学的，对您们提出的问题大部分都答不上来。我只提下面的一点意见，请作为您们研究时的参考。要解决具体任务问题，光是知道数学还不行，还得知道具体控制系统是如何实现的，其中大概有些什么元件，元件的可能性能是

什么，工程技术的设计原理、原则是什么，等等。我想您们应以能看得懂苏联刊物 Автоматика и Телемеханика 和 Прикладная Математика и Механика 中的控制问题论文为努力目标，而在开始对除了数学书籍也可以读一些有关控制元件的书和自动调节原理的书。"[14]并且，钱学森一再提醒，控制论研究必须遵循理论与工程实践相结合的原则和方法，如 1961 年 1 月他在给张鸿庆的回信中说："搞一门学问一定要联系实际；搞控制论而不联系自动化系统的设计问题是弄不出好结果的，在您的讨论班里有自动控制方面的工作者固然是好，但如果不考虑设计问题的需要而搞理论，也将失去生命力。"[15]此外，他还主动穿针引线，极力推动同行之间的交流与合作，如他在上封回信中建议对方："中国科学院数学研究所正在进行控制论的研究，您们讨论班应和他们取得联系。去信可以寄给该所关肇直副所长，他们会对您的讨论班给出帮助。"

3. 创设机构，培养工程控制论研究人才

钱学森深知，要使我国的工程控制论研究取得快速、持续的发展，需要造就大批优秀人才，因此他还筚路蓝缕，以启山林，亲自着手自动控制人才的培养工作。1956 年，他受命组建中国第一个火箭、导弹研究机构——国防部第五研究院，并担任首任院长。10 月 8 日，钱学森在五院成立当天的下午就为刚分配来的 156 名大学生讲授导弹的基本知识——"导弹概论"，其中将自动控制作为重要的学习内容。随后，又成立导弹技术训练班，为我国培养了第一批导弹技术人才。1957 年中科院力学所与清华大学举办了工程力学与自动化两个研究班(力学班办了三届，自动化班办了一届)，钱学森亲自主持创办这两个研究班，并任第一任主持人。自动化班学制一年，学生有 20 多人，其来源乃是选择优秀大学本科生和在工程研究和教学上有一定经验的研究人员和教师。该班培养了一批从事自动化科学教学与研究人员，许多人后来成为中国自动化研究的领军人才。随后，以清华大学为首，各高校相继建立了一批自动控制系或专业，有组织地、大规模地培养人才。1961 年，钱学森在中国科技大学近代力学系从星际航行的角度讲授"火箭技术概论"(星际航行概论)，其中也包括自动控制理论的讲授。这些机构的创办和成功运作，为"两弹一星"事业提供了大量高质量的人才，使国防科技建立在自己培养的人才基础之上，实现了这门科学的本土化和可持续发展。

古语云，鸳鸯绣出从君看，莫把金针度与人。与此截然不同的是，钱学森不仅传授给学生渊博的知识，更重要的是睿智的思考方法和理论联系实际的治学原则与思想，他曾不止一次地对学生们说："对待科学必须严格、严肃和严谨，同时要有辩证唯物的科学方法"。他或与学生畅谈自己作研究的心得，或传授自身成功的经验，或破难析疑，或指示研究门径。这些机构的学员多为华夏俊秀，得此英才而

育之，为祖国培育栋梁，为社会树植柱石，钱学森感到无比的激动。而且，他从事科研工作的信念和殷殷爱国情深深感染了学生，成为他们献身科学、富强祖国的精神动力。如有一次在清华大学工程力学班上，有位同学问钱学森，为什么他回国一两年没发表什么文章，他能不能在学术上带点头。钱学森回答说："我不这样认为。我回来开了许多班，如果你们都能做研究，那么一百多人做的肯定比我一个人做的多，贡献也大得多。"[16]观者无不为之动容。桃李不言，下自成蹊，在钱学森言传身教之下，这些机构的毕业生许多成为中国科技界的翘楚。时至今日，当他们忆起当年钱学森诲人不倦的工作态度，深入浅出的教学风格和声情并茂的授课情景，激动之情溢于言表。

4. 推动工程控制论研究的建制化

科学研究是科学活动的高级阶段，只有开展研究，或解决具体的技术问题，方能使这门科学真正在中国得到发展。否则，它始终是外来的东西，在中国大地上游离无根的幽灵。所以，钱学森与其他专家一起积极推动设立工程控制论专门研究机构。

1956 年春，在周恩来总理亲自主持下，我国制定了著名的"十二年科学规划"。钱学森担任由 12 位科学家组成的综合组组长，他在综合集成多学科专家意见的基础上，制定了 57 项重大研究任务，并且将自动化技术、原子能、导弹、电子计算机、半导体、无线电电子学列为六大优先发展领域。在规划制定过程中，钱学森针对大家尚不熟悉的制导技术从方方面面做了清晰透彻、形象生动的讲解，并认为它在短期内就可取得突破，由此统一了大家对导弹、自动控制的认识，得到大家的接受和支持。这样，在国家战略性科学规划中将与工程控制论联系密切的自动化技术、导弹放在优先发展的位置，为工程控制论这门科学的发展提供良好的契机和广阔的空间，产生了深远的影响。

1955 年底至 1956 年初，钱学森与钱伟长在综合诸多专家意见的基础上，在中科院数学所力学研究室的基础上创办了中国第一个国家级的专门力学研究机构——中科院力学所，钱学森任第一任所长。力学所基本上是按照"技术科学"思想来确定工作内容和目标的，已大大超出了传统的力学研究范围。1956 年 11 月，钱学森明确力学所设立弹性力学、塑性力学、空气和流体力学、自动控制理论 4 个组，自动控制理论组专门研究工程控制论，这是我国第一个工程控制论研究机构。随着工业、国防等方面不断提出新的技术需求，电子计算机日益广泛应用，以及控制系统数学理论方法的发展，钱学森意识到控制论将面临重大突破。在他的积极推动下，一批关于控制论的研究机构也相继设立。1956 年 10 月，中科院自动化所成立。1961 年，在钱学森的建议下，中科院数学所成立了由关肇直主持的控制论

研究室。该室组织现代控制理论讨论班,并特别鼓励青年研究人员关注现代控制工程实际问题,及时跟踪控制论发展的新动向。该所学风优尚,新秀不断脱颖而出,成果丰硕。

在控制论理论和应用领域取得极大成就的同时,信息技术和运筹学也应运而生,并出现了相互渗透和融合的趋势,应用范围从工程领域延伸到工程管理系统,形成了“系统工程”的科学概念和方法。鉴于此,钱学森竭力提倡运筹学(Operational Research)的研究,他敏锐地意识到运筹学在交通运输、经济规划、军事学研究上的巨大作用。按他的倡议,1956 年中科院力学所成立了由许国志主持的运筹学组,后扩大为研究室。20 世纪 50 年代末在国防部五院又成立了作战运筹研究室。此外,钱学森还注意到“系统工程”理论与方法对科学组织和管理的意义,在他的直接主持下,在国防部五院设立了总体设计部,按照系统工程方法组织实施火箭、导弹、卫星等复杂工程系统的论证、研制、试验和交付使用工作。

在钱学森等人倡导和推动下,我国控制论理论研究逐渐开展,较快地赶上了世界潮流,并取得一批领先世界水准的研究成果。在 1957 年 2 月 5～10 日举行的全国第一次力学学术报告会上,其中的自动控制分组就有 5 人报告了论文[17]。由此也可看出,我国自动控制研究刚兴起时,尚没有独立的学科地位,“户口”暂时列在一般力学门下。为使这门新兴学科迅速成长,急需为其组建学术团体,搭建学术交流平台。1957 年 5 月,在钱学森、沈尚贤、钟士模、陆元九等的倡议下,开始筹备中国自动化学会,1961 年学会正式成立,控制理论专业委员会是 4 个同时成立的专业委员会之一。钱学森亲自担任自动化学会第一、二届理事长,直至 1980 年。1963 年自动化学会创办《自动化学报》,以报道我国自动化科学技术领域的科研成果,指示今后研究的方向,促进国内外学术交流为宗旨。后来的实践证明,该刊为发展控制论科学,发展和推广自动化技术,培养和造就科技人才做出了巨大的贡献。

1960 年代初,国内外工程控制论研究方兴未艾,呈现出多彩纷呈的发展态势。为适应这种趋势,1963 年钱学森委托宋健等人对《工程控制论》进行补充修订,1966 年初稿完成,但是当时的环境使该书无法付梓。“文革”后继续修订,修订版于 1980 年面世。新书保留了原书的基本内容,并新增五章新内容,反映了原书出版后二十多年来工程控制论在各方面的主要进展。钱学森还亲自为该书作了一篇题为“现代化、技术革命与现代化”的序,总结他逐步形成的一些科学思想,从技术革命的角度系统地揭示了工程控制论对自动化、航天、电子、通信等科技的意义和影响,并提出控制论进一步发展的方向和目标——建立“理论控制论”。此序“为这个版本增加很多新的有意义的学术思想,对推动今后控制论的发展是很有意义的”[18]。后来的实践表明,其产生的效果果然如此。至今,这部著作仍备受中

外科学家的推崇。

三、结　语

综上所述，钱学森将工程控制论与推动祖国科技事业发展有机地结合起来了，一方面在他的组织和推动下，研究人才辈出，成果频现，为我国国防高科技事业提供了强大的智力支持。另一方面，他将工程控制论的理论与方法应用到航天工程系统，推进了系统工程思想在中国的实践，逐步建立了以总体设计部为主线，技术保障线、行政指挥线为两翼的具有中国特色的航天系统工程管理体制，使航天事业实现了突飞猛进的跨越式发展，为中国探索大科学体制提供了一个成功的范型，可谓一项前无古人的伟大创举！

钱学森晚年承其早年“技术科学”思想之余绪，运用系统思维和思想对整个科学技术的体系进行研究，创造性地构建了涵括十一大科学技术部类、三个层次的“现代科学技术体系结构”。系统科学是其中的一大部类，它分为三个层次，处在工程技术层次的是系统工程、控制工程等；处于技术科学层次的是控制论、运筹学、信息论；系统学是基础科学层次。据此可见，《工程控制论》的出版是钱学森跨入系统科学的标志，也是系统科学在中国发展的第一个里程碑。1978 年钱学森把中国导弹武器和航天器系统的研制经验，提炼成为系统工程理论，与王寿云、许国志共同发表“组织管理的技术——系统工程”[19]，这是系统科学在中国发展的第二个里程碑。1982 年，刚刚年逾七旬的钱学森急流勇退，主动让贤于新秀。此后，他继续沿着创新之路勇猛前进。一方面，他积极倡导系统工程，将系统工程理论应用于军事运筹和社会经济系统问题，成功地推动了作战模拟和社会经济系统工程的发展，对提高我国现代化管理水准的意义非同寻常。另一方面，为了探索建立系统科学的基础科学——系统学的方法与途径，他从 1986 年 1 月开始亲自指导“系统学讨论班”的学术活动，别开生面地提出了许多创新性的科学概念、思想和观点，建立了新的系统学方法论。1989 年提出了“开放的复杂巨系统”概念和思想，随后又提出研究开放的复杂巨系统的方法论——“从定性到定量综合集成法”及实践形式“从定性到定量综合集成研讨厅体系”，从方法论上给出了研究和解决复杂巨系统和复杂性问题的有效途径。这种方法论是把还原论与整体论结合起来，既超越了还原论又发展了整体论，是系统学一种新的方法论。这是系统科学在中国的第三个里程碑。由钱学森倡导和推动的中国系统科学成就得到国际科学界的承认和赞誉，如协同学创始人德国的哈肯(H. Haken)在许国志主编的《系统科学大词典》序言中说：“系统科学的概念是由中国学者较早提出的，我认为这是很有意义的概括，并在理解和解释现代科学，推动其发展方面是十分重要的”，

并认为“中国是充分认识到了系统科学巨大重要性的国家之一”[20]。

可见，钱学森探索系统科学的历程始终与我国科技发展的战略目标相结合。众所周知，科学是不分国界的，但科学可以造福国家，提升国家的实力和地位，因此科学也有国家性。钱学森曾说：“科学没有国界，但科学家是有国界的，这里面蕴藏着民族的荣誉感和国家自豪感。”在科学史上能像钱学森这样自觉将自己的科学工作与国家战略需求相结合的科学家可谓凤毛麟角！匆匆五十载，悠悠半世纪。钱学森已由昔日为祖国科技事业精心擘划的年富力强的科技帅才步入德业双馨的耄耋老人，然其开拓创新、严谨治学的科学精神依然垂青史册，激发我们攀登科技高峰的雄心壮志和宏伟气魄；其赤诚忠贞的民族气节和将个人的科学事业与国家利益结合的爱国情怀依然光芒四射，成为一代代青年笃志励学、振兴祖国的精神动力！

致谢：本文在写作过程中，得到中科院自动化所戴汝为院士，中国航天科技集团710所于景元研究员，钱学森办公室涂元季将军、顾吉环秘书，钱学森先生之子钱永刚高级工程师，上海交通大学陈华新、史贵全研究员等人的指点和帮助，谨致谢忱！

（姜玉平为上海交通大学档案馆副研究馆员，博士）

参 考 文 献

[1] 戴汝为.《工程控制论》(中文版)出版40周年纪念[J]. 学会月刊，1999(5)：11.

[2] H. H. 阿诺德将军致钱学森博士的函(1946年2月13日)[Z]. 钱学森先生之子钱永刚教授提供.

[3] 钱学森，宋健. 序[M]//工程控制论. 北京：科学出版社，1980.

[4] 钱学森. 钱学森手稿[M]. 太原：山西教育出版社，2000：323.

[5] 钱学森. 原序[M]//工程控制论. 北京：科学出版社，1958.

[6] 笔者对戴汝为院士的访谈[Z]. 北京：中国科学院自动化研究所，2004-4-12.

[7] 汤二枚致钱学森的函(1961年8月29日)[Z]. 上海：上海交通大学档案馆，案卷号RW-钱学森-2057.

[8] 中国科学院1956年度科学奖金(自然科学部分)评审经过说明[Z]. 科学通报，1957，(3)：67-68.

[9] 黎照寰致钱学森的函(1957年1月25日)[Z]. 上海：上海交通大学档案馆，案卷号RW-钱学森-2057.

[10] 钱学森. 从飞机导弹说到生产过程的自动化[M]. 北京：科学技术普及出版社，1956.

[11] 钱学森. 工程控制论[J]. 科学大众，1957(5):219 — 221.
[12] 钱学森. 论技术科学[J]. 科学通报，1957(4):1—8.
[13] 西北工业大学数学教研组常微分方程讨论班周肇锡等七同志致钱学森的函(1959 年 4 月 10 日)[Z]. 上海:上海交通大学档案馆,案卷号 RW—钱学森—2057.
[14] 钱学森复西北工业大学数学教研组常微分方程讨论班周肇锡等七同志的函(1959 年 5 月 9 日)[Z]. 上海:上海交通大学档案馆，案卷号 RW—钱学森—2057.
[15] 钱学森复张鸿庆的函(1961 年 1 月 13 日)[Z]. 上海:上海交通大学档案馆，案卷号 RW—钱学森—2057.
[16] 何友声. 老师钱学森[A]. 九十华诞钱学森[C]. 上海:上海交通大学出版社，2001. 216—217.
[17] 记第一次全国力学学术报告会[J]. 力学学报，1957，2(1):233—238.
[18] 宋健致钱学森的函(1978 年 12 月 20 日)[Z]. 上海:上海交通大学档案馆，案卷号 RW—钱学森—2288.
[19] 钱学森,王寿云,许国志. 组织管理的技术——系统工程[N]，文汇报，1978—9—27:1,4.
[20] 许国志. 系统科学大词典[M]. 昆明:云南科技出版社，1994.

史料考辨



陈叔通与钱学森回国

张现民　范丰花

2006年是我国著名教育家、社会活动家陈叔通先生诞辰130周年，也是战略科学家钱学森院士诞辰95周年，同时也是中国航天创建50周年[①]。50多年以前，陈叔通先生帮助钱学森回国，新中国迎来了被美国当局看来“能抵五个师”的世界级科学家。钱学森归国不仅开创了新中国航天事业的新局面，还推动了新中国成立后的首次海外学子归国潮。

1955年8月5日，经过中美两国政府14次大使级外交谈判，美国政府在确凿的证据面前不得不同意钱学森离美回国。钱学森富有传奇色彩的归国历程与陈叔通先生[②]有着千丝万缕的联系。

新中国成立时，年仅38岁的钱学森，已是世界知名科学家。漂流海外的他通过《大公报》和《华侨日报》获知新中国成立的喜讯后，归国报效的热情与日俱增。他多次对留美的中国学生说：“我们都要尽快回国，人民的新中国非常需要我们。”1950年8月29日，他买好车票、收拾行装，从华盛顿抵洛杉矶海关。当美国当局得知身为美国火箭先驱人物之一的钱学森将要回国时，联邦调查局以“携带机密资料”、“非法入境”等莫须有的罪名，在美国海关拘捕了他。钱学森被拘捕后，加州理工学院非常震惊，想尽办法来拯救这位该学院最年轻的终身教授，并以高额的保释金保释了他。被保释后，钱学森的行动每时每刻受到美国当局的严密监视，每月都要到移民局报到。仅1953年3月至1955年9月间，钱学森到美国司法部移民归化局报告思想情况和行踪共计31次。在这期间。钱学森用他的睿智聪颖多次挫败美国检察官的无理指责。有一次，美国检察官审问钱学森：“你忠于什么国家的政府？”钱学森掷地有声地回答说：“我是中国人，当然忠于中国人民，我忠于对中国人民有好处的政府。也就是敌视对中国人民有害处的任何政府。”检

① 中国航天创建的标志是我国建立第一个火箭导弹研究院——国防部第五研究院，钱学森任该院的首任院长。

② 陈叔通(1876—1966)，浙江杭州人，曾任全国人大常委会副委员长，著名的教育家、思想家和社会活动家。

察官又穷追不舍:“你现在要求回中国大陆,那么你会用你所学的知识去帮助大陆的共产党政权吗?”钱学森义愤填膺地说:“知识是我个人的财产,我有权要给谁就给谁!”

风雨能消磨山岩的锋利,却磨不去钱学森的报国之志;岁月能改变河流的方向,却动不了钱学森的报国丹心。1955 年 6 月 15 日,钱学森和他的夫人蒋英商量假装到一家餐馆用餐,把他的那封写了较长时间却迟迟没有机会发出去的求援信寄了出去。为了逃避联邦调查局的监视,他故意伫立在餐馆门口而没有入室就座,由蒋英借上洗手间的机会,给远在比利时的妹妹蒋华女士寄了一封钱学森亲笔写给陈叔通的信,然后由蒋华转寄给住在上海的钱学森之父——钱均夫,再由他寄给北京的陈叔通先生,请求我国政府帮助他回国。回忆那段难忘的岁月,蒋华在接受我们专访中颇为动情地说:“我一生中做得最大的事情就是帮我姐夫回国。我姐夫回国前,三姐常常写信说他们像是笼子里的小鸟,出不来。当时我不了解美国的情况。我收到姐夫的信才觉得事情的严重性。我不知道陈叔通在哪里,就把信转给他爸爸。他爸爸又将信转给陈叔通。我说起来很简单,没有什么了不起,可是我看他回国后做了那么多事情,我真是非常高兴能帮这个忙。”

钱学森将这封求援之信转寄这位耄耋之年的叔老,是因为一方面陈叔通时任全国人大常委会副委员长,又是毛主席、周总理的挚密朋友,能够得到国家的鼎力相助;另一方面叔老是一位爱国主义者、民主革命家,其渊博学问、道德文章为世人所称道,正如钱学森在他的求援信中说:“(叔)老先生为人民服务及努力的精神,使我们感动佩服。”再者,陈叔通先生是他们的杭州同乡前辈,两家人可谓世交。1894 年 5 月,当时的杭州知府林启创办了求是书院,也就是今天浙江大学的前身。不久,陈叔通先生之兄陈仲恕先生任求是书院的监院,即校长,叔老为副监院。钱学森的父亲——钱均夫就读于该学院,中国近代闻名的军事理论家、钱学森岳父蒋百里也是叔老的学生,他们皆对陈先生尊敬有加。从小耳濡目染,钱学森夫妇也对叔老异常感激,正如钱学森在“陈叔通先生诞辰 110 周年”纪念会上所言:“陈叔通先生诞辰 110 周年这样隆重的纪念集会,蒋英同志和我能够来参加,我们非常感谢,因为我们从小就非常敬重叔老……我确是后辈,从少小时见到叔老就称太老师。”

钱学森在给陈叔通的信上说:“自一九四七年九月拜别后,久未通信,然自报纸期刊上见到您为人民服务及努力的精神,使我们感动佩服!数年前认识错误,以致被美政府拘留,今已五年,无一日一时一刻不思归国参加伟大的建设高潮。然而世界情势上有更重要、更紧迫的问题需要解决。学森等几个人的处境是不能用来诉苦的。学森这几年中唯一在可能的范围内努力思考学问,以备他日归国之用。”信中还说:“我们在长期等待解放,心急如火,唯恐错过机会……”陈叔通先生

收到这封信，觉得意义重大，当天就向周总理汇报，并把信呈送到周总理手里。[①]看了这封信，周恩来总理高兴地说："这真是太好了！"

1955年8月1日，中美大使级会谈在日内瓦召开，美方以各种理由编造谎言进行辩解，美国大使U·埃里克西斯·约翰逊说："没有证据表明钱学森要归国，美国政府不能强迫命令。"钱学森在他的求援信中说："现在报纸上说中美有交换被拘留人员可能，而美方又说谎谓中国学生愿回国者皆已放回，我们不免焦急。我政府千万不可信他们的话，除学森外，尚有多少同胞欲归不得者。以学森所知者，即有郭永怀一家，其他尚不知道确实姓名。这些人不回来，美国人是不能释放的。当然我政府是明白的，美政府的说谎是骗不了人的。"周总理授意王炳南大使以钱学森这封信为依据，与美方进行交涉："这封信很有价值。这是一个铁证，美国当局至今仍在阻挠中国平民归国。你要在谈判中，用这封信揭穿他们的谎言。同时，你可以通知美方：中国依照法律程序，提前释放11名美国飞行员。希望美方也有相应的表示。"王炳南大使遵照周恩来总理的指示，在谈判中义正辞严地指出："既然美国政府在1955年4月间就发表了公告，为什么中国科学家钱学森博士在6月间写信给中国政府请求帮助呢？显然，中国学人要求回国依然受到种种阻挠。"美方还想抵赖，一口咬定钱学森不愿回国。王炳南大使拿出钱学森给陈叔通副委员长的信，约翰逊无言以对。在事实面前。美国政府不得不与中方达成了允许平民回国的协议。这也是中国参加日内瓦会议取得的唯一成果。

1955年9月7日，陈叔通先生给远在美国的钱学森发了一份电报："您6月15日的信件收到。美国驻日内瓦大使通知，禁止你离开美国的命令已经取消。你可以随时离开美国。电告归期，告知我任何困阻。"50年代末，周总理在一次会议上意味深长地说："中美大使级会谈虽然没有取得实质性成果，但我们毕竟就两国侨民问题进行了具体的建设性的接触，我们要回了一个钱学森。单就这件事来说，会谈也是值得的，有价值的。"钱学森接到准许他离境的通知后，立即订购船票，当他得知只剩下三等舱的船票时，他还是果断地买了下来，因为他不愿在这"受人怀疑的国度"里再多待一刻。1955年9月17日，钱学森终于如愿以偿地登上"克里夫兰总统号"轮船，踏上返回祖国的旅程，实现了他的归国梦。9月18日，美国《洛杉矶时报》头版报道了这一消息："喷气推进科学家回到红色中国——钱学森博士结束了在美国长期又值得尊敬的职业去帮助自己的国家。"

历尽磨难、几经周折而归国的钱学森到达北京后，受到了毛主席、周总理的亲切接见。随后钱学森在北京各机关就美国的政治、社会等情况举行巡回演讲，同

---

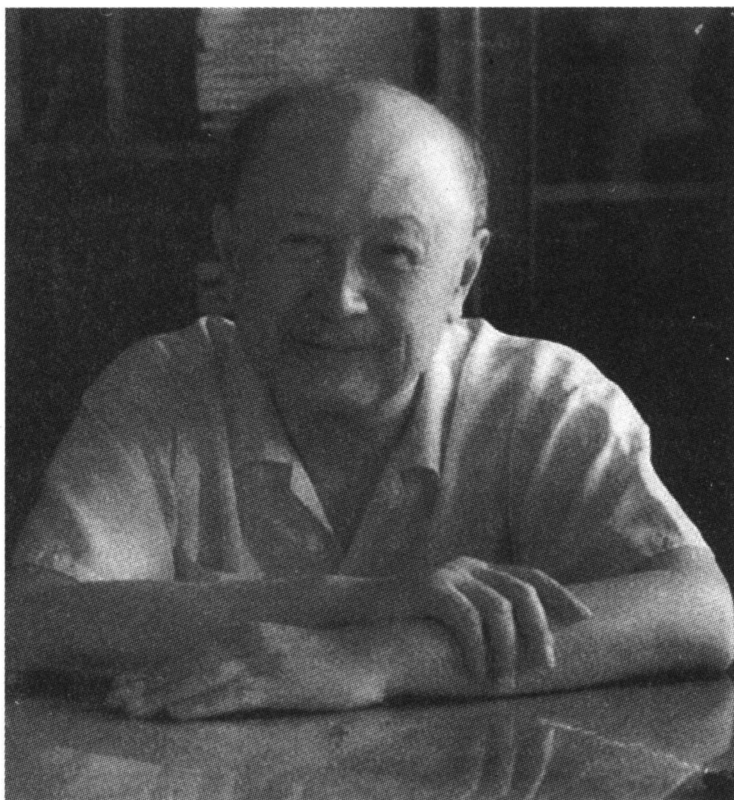
① 该信函原件现珍藏于中国外交部。在2003年3月20日，由中国国家博物馆主办的《求学海外建功中华——百年留学历史文物展》中，该信函首次与观众见面。

时还应邀为北京的政协委员和人大代表作了一场精彩的报告，报告会由全国人大副委员长陈叔通先生主持。钱学森对叔老援助他回国及其给予的关心深表感谢。20 世纪 60 年代初的一个春节，钱学森将自己珍藏多年的蒋百里遗物中的一幅郑板桥真迹梅竹画馈送给一向爱好梅花立轴的叔老，以示敬重和感激。

致谢：本文在写作过程中曾就钱学森回国的有关资料请教过钱学森之子钱永刚先生，在此深表谢忱！

（张现民为上海交通大学钱学森图书馆筹建办公室研究人员；范丰花为山东日照职业技术学院教师）

文化视野



钱学森论饮食文化

张现民

我国自古就流传着“民以食为天”、“衣食足则知荣辱”的古训，这些名言警句高度映射了民食的基本性。随着人类改造自然能力的增强和精神、娱乐等需要的提高，人们的饮食结构和内容朝着健康营养和实用快餐的方向发展，饮食业也呈现了勃兴繁荣的景象。科学巨擘钱学森不仅为我国的“两弹一星”做出了卓越功勋，而且关注饮食和烹饪事业，并发表了独到而鲜为人知的论述。翻阅钱学森院士收藏的那一封封饱含深情的书信和那一张张钱学森院士已作过重要眉批并圈圈点点的剪报，我们无一不被钱学森院士那深邃的思想和他那严谨的治学态度所折服。在人们普遍要求健康、营养、安全饮食的今天，回顾和挖掘钱学森关于饮食文化的思想，对当下的食品工业和餐馆业的开拓经营无疑将起到十分重要的指导作用。

一、继承与创新——社会主义美食文化的主旋律

在我国的美食事业中，继承与创新如同一对孪生兄弟一样相伴而行。烹饪的每一次创新都包含着继承，而每一次继承都不可能是对传统的重复，它总会渗透着继承者的理解和能动的阐释。

在世界文化发展史上，中国文化真可谓“源远流长、博大精深”。几千年来，中国 56 个民族共同创立的中华民族优秀文化，在中国社会主义建设中发挥极其重要的作用，必须保存并加以发扬。中国美食文化当属这知识花园中一朵亮丽的奇葩。对于我国优秀传统文化中的美食文化，著名科学家钱学森院士真是珍惜倍加。他引用马承光主编的《中国土特产大全》，对诞生于我国广阔领域内部分土特产饶有兴趣地说：“中国的土特产实是我国美食的基础。发展我国的社会主义美食文化事业必须同时开发我国的土特产，发展我国的土特产生产。”[1] 对此，钱学森院士寄予厚望，他还说：“中国的土特产生产搞好了，一定还能远销国外，对世界文化做出贡献。”如今钱学森院士的期望很多变成了活生生的现实，例如，素有“活化石”之称的银杏是预防高血压、糖尿病等多种疾病的主要原料。德国每年以每

吨2500美元的高价进口银杏叶。[2]另外，食物原料的品种也随着科学技术的提高而不断丰富和拓展，呈现了多元化的趋势。钱学森院士指出，对食物原料的生产扩大了视野，不是传统的那一套了，特别对菌类(生物界中除植物、动物之外的第三类)的开发利用。然后用这些饮食原料，运用营养学，设计出各种人所需要的花式多样的饮料及食品。钱学森院士认为饮食文化创作不仅包括食品制作，还应该包括饮食器具和餐室布局，他说要把传统美食文化中还有极为珍贵的食具美术，从碗、盆、碟到其他餐具；还有餐桌的布局一直到餐室的环境美，这些都要继承和发扬。

洋为中用是提高和改进中国烹饪的一个行之有效的方法，西菜的注重营养，清洁卫生、烹调特色还有饮食文化都可以借鉴，吸收到我们烹饪事业中来。钱学森说，"对资本主义的东西怎么看，我说也要鉴别，也不能一概拒之门外，他们考虑的问题也值得我们思考。比如前年法国提出要建设法兰西的第三文化，实际是从法国人的眼光重新考虑什么叫文化的问题。特别有意思的是法国人的烹调很有名，但是就在法国，以前烹调技艺是不登大雅之堂的，过去不作为文化，他们说今后应列为文化的范畴。我觉得这很有意思。……我们要把过去我们国家几千年封建社会遗留下来的财富，还有资本主义世界里好的东西吸取过来，丰富我们21世纪的社会主义文化。"[3]

社会主义美食文化要兼容并蓄，古为今用，洋为中用，弃其糟粕，取其精华。用钱学森院士的话说："我们要摒弃封建主义和资本主义的恶习，并不是说在封建社会和资本主义社会的饮食中就没有我们可以吸取的美食文化了。"

二、安全、文明、节俭——社会主义饮食文化的原则

马克思在《资本论》中说："一切劳动，首先原来也是以食物的占有和生产为目的的。"饮食作为我国国民体质建设和提高的一项重要内容，安全、健康饮食一直是我们追求的目标。但从高校频发的食物中毒到近来肯德基西洋快餐中的"涉红事件"都反映了我国的饮食安全还存在着颇多问题。这些事件的曝光本身也反映我们国家对这一问题的重视。近年来，我国已采取各种措施加强对饮食和食品安全的监管力度。上个世纪九十年代，年过耄耋之年的钱学森就注意这一问题的重要性，他说："我在最近又看到报纸、烹饪杂志上的一些文章，感到人的饮食问题很值得研究。现在，社会上食品制造的管理太乱了，许多对人体有害的食品，也出现在市场上。……所以我觉得'吃'跟'医'同样重要，应该同等看待，实际上古代就有医、食同源的思想。"[4]

饮食不仅是满足人们存在、生产的基本需要，同时也是一种文化建设的重要

内容，蔡元培先生说过："我认为烹饪是属于文化范畴，饮食是一种文明，可以说是'饮食文化'"。钱学森在他的《我国社会主义加速内设的系统结构》中也讲到："饮食也是一种文化，在中国的历史传统中，饮食文化是有丰富内容的，随着对外开放的进一步发展，饮食文化应该引起我们更大的重视，所以我们提出将美食事业作为我国社会主义文化建设中的一部分。"[5]为此他号召全国美食工作者："严肃对待美食文化，发扬老辈们'站碎方砖，靠倒明柱'的敬业精神，为创建我国的美食文化而努力奋斗。"[6]

诚然，宴会是古今中外社会通行的一种交际活动，但是使用不当不仅铺张浪费而且伤风败俗。社会主义美食文明区别于封建主义帝王权贵的美食文明、资本主义富豪美食文明之处在于人民性，也就是社会主义美食文明是人民大众的文明，社会主义美食文化是广大人民群众享受的美食文化。从这一点看，我们党和国家现在提倡为政清廉，不准用公款宴请内客，反对吃喝风是完全合乎社会主义美食文明原则的。不但在治理整顿时期要这样做，就是在建设社会主义的长期岁月也要这样做。1990年，钱学森院士在写给《中国烹饪》编辑部的信中说："社会主义美食文明和社会主义美食文化是人民的，不完全是豪华宴会；它关系到我们每一个中国人每一天的生活，'民以食为天'嘛。所以社会主义美食文化事业在我国的地位，绝不次于社会主义教育文化事业、社会主义科学技术文化事业或社会主义文学艺术文化事业。"[7]所以钱学森院士旗帜鲜明地高呼："坚决制止吃喝风、豪华风。不然美食将成为丑食。"[8]

宴会改革应作为一项社会主义精神文明建设的重要内容，在现代生活中应以节俭、适度为原则。钱学森院士虽年事已高，但对我国的宴会改革关怀备至，他看到1994年12月17日的《经济参考报》刊载的"洛阳宴引起的震荡"的报道后，立即致信《美食》主编、扬州大学陶文台教授，将复印件寄去，供他参阅，并满怀欣喜地说："社会交际活动的宴会能这样办，是一项重要的措施。将来家中亲朋聚会则可用收集几家快餐店的商品了。诚大好事，也是中国社会主义革命！"[9]他还指出"四菜一汤"是我们社会主义的美食风格，这样的饮食也是合乎现代营养学和生理卫生要求的，是科学的。

三、烹饪工业化——21世纪我国饮食文化的发展方向

穿过历史的风尘，中国烹饪从远古走到今天。虽然每一个时代都赋予饮食和烹饪不同的特点，但中国烹饪的手工操作和个体家庭型仍是当代中国烹饪的主要特点。1994年，钱学森院士在给戴汝为院士、于景元研究员的信中说："我们现在的农业和人们的饮食可以说是几千年一贯的模式，科学技术只是在生产过程中加

以不断的改进，提高生产效力，做到双高一优。但没有从根本上用科学技术加以改造。"[10]

丰富的人生历程和他多年的科研实践铸就了钱学森高屋建瓴的思维。钱学森院士虽立足和观察当前的饮食风格和文化内涵，而把目光放眼于21世纪饮食的发展方向，将其放在第六次产业革命的高度考察。钱学森院士认为第六次产业革命是继当今兴起的第五次产业革命即信息革命之后的又一次产业革命，它的内涵包括以下内容：①传统农业没有了，消失了，第一产业成为第二产业；②农村将成为城镇，城乡差别消失；③饮食工业化，烹饪工业化（快餐业的发展），直接提供食品，废除家庭厨房劳动。

钱学森院士认为，作为第六次产业革命的一项重要内容——饮食工业化，也就是快餐业的发展，它是未来我国饮食的一项革命，也是21世纪的发展方向。中式快餐首先要实现工业化，这是中餐生产方式为适应时代节奏而必然进行的历史性变革。正如钱学森院士给《中国烹饪研究》杨家栋主编的信中所言："快餐业就是烹饪业的工业化（industrialization of cuisine），把古老的烹饪操作用现代科学技术和经营管理技术变为像工业生产那样组织起来，形成烹饪产业（cuisine industry），这是一场人类历史上的革命！犹如出现于18世纪末西欧的工业革命，用机器和机械动力取代了手工人力操作。这是快餐业的历史涵义，也是对餐饮工业化重大意义的高度概括。"随着人们生活节奏的加快，快餐作为一项经济实惠、快捷方便的餐饮形式日益受到人们的青睐。钱学森院士虽然指出"摊贩饮食也是快餐"，但那是传统快餐。作为21世纪餐饮业的发展方向——烹饪的工业化，那是现代快餐的重要内容。它与传统快餐的重要区别就是，现代快餐采用的是现代科学技术和现代经营管理方法，也就是食品营养化工业。

从食品制作而言，食品制作是烹饪公司工程技术部的主要任务。他说这个部门可能有几百人上千人，是各行的专业工作者。其中有营养学专家有炊事炊具专家，当然有医学家，包括中医药专家，不但我国的传统医学要用上，还要发展新技术（如磁化技术）。钱学森院士所倡导的饮食产业化的路子也得到了一些同志的实践，江苏省南京市的邹伟俊大夫和刘新同志合作开发"中华养生膳"就是快餐业与健康饮食结合的例证，钱学森院士在致他们的信中说："我近来一直在考虑21世纪中国人的饮食问题，我和您认得的陶文台教授讨论，我们认为一条必然的路是从家庭厨房操作走向饮食快餐店回送，形成烹饪工业化。"[11]钱学森院士对我国社会主义美食文化发展的新趋势所作的论断被越来越多的事实所证明。1993年6月1日的《扬子晚报》刊载一条快餐消息"快餐盒饭涌人机关家庭"。这种烹饪家庭化被烹饪工业化和社会化取代的趋向在一些大城市已初见端倪。随着我国现代化进程的加速和人民生活水平的改善，人们将更加接受"快餐服务"，从而导致

一场“吃的革命”，人们将获得更进一步的解放。但营养保健不能忽视饮食保健的目的，钱学森院士说：“我看保健饮食要明确其目的，即社会目的或达到最佳社会整体效益的目的，这是马克思主义社会科学的问题。……保健饮食是要人活下去并能做一定工作，为社会贡献。不一定是体力劳动，主要是脑力劳动。”[12]

烹饪作为一种艺术性较强的活动，烹饪业能否走向工业化？烹饪的火候、手艺如何把握？钱学森院士用了一种形象的比喻，他说：“就如用机床加工部件，工人师傅的智慧与技巧是被吸收到机器操作中去了，艺术是人创造的，但可以让机械化生产吸取。外国快餐店的操作虽是20来岁的青年，但他们的操作规范却是烹饪大师制定的。进一步发展还会引入机器人代替青年快餐烹饪工。”[13]

烹饪产业化能否取代或取消今天生意兴隆的饭店、餐馆呢？钱学森院士说：“烹饪产业的兴起并不会取消今天的餐馆业，这就像现代工业生产并没有取消传统工艺品生产。今日的餐馆、餐厅和酒家饭店，今日的烹饪大师将会继续存在下去，并会进一步发展提高，成为人类社会的一种艺术活动。”[14]

烹饪产业既然是产业，那就该向现代化企业的组织管理学习，逐渐组织成为从原料的生产和初步加工、贸供销渠道、营养科学研究、快餐连锁式经营、快餐的家庭供应以及相辅的金融业务，合成为配套运转的集团或企业。这就是中国的21世纪饮食产业。应当看到中国餐饮工业化将是对西方饮食文化的挑战，餐饮业的工业化是饮食生产方式的重大变革，使传统的手工生产方式上升至一个历史的新台阶，这将是对中国数千年饮食文化的重大发展。随着经济的发展和人们生活水平的提高，在我国，烹饪的社会化和产业化程度必将有一个大的发展。例如，为大、中、小学生设计和配置各种有特色的营养餐，为现代企业供应不同档次的工作午餐，为饭店酒店准备各种半制成品或成品的烹饪原料，以及为普通百姓提供成品或半成品的餐饮食品等方面，烹饪的产业化大有用武之地，大有发展的必要。

总之，钱学森院士以科学家的眼光，站在当今世界科学文化发展的高度，对我国当前的饮食文化提出了指导性而富有前瞻性的独到见解，同时也为我们发展中式快餐增强国民体质建设打开了眼界，拓宽了思路，那就是把中国传统美食文化和西方现代快餐结合起来，取长补短，另辟蹊径，在质量、品种、服务上做大文章，创造有中国特色的中华现代快餐。

参 考 文 献

[1] 钱学森.弘扬民族化优秀文化，也要全面建设我国社会主义美食事业[J].美食，1990(2).

[2] 冀宣.国际市场六种土特产走俏[J].河北农业科技，2003(4).

[3] 钱学森同志在文化发展战略问题座谈会上的讲话：我们要展望二十一世纪.

[4] 钱学森.在接见陈信等同志的讲话[Z].1996.4.16.
[5] 钱学森.科学的艺术与艺术的科学[M].北京:人民文学出版社,1994:248.
[6] 钱学森.站碎方砖　靠倒明柱[J].中国烹饪,1989(6).
[7] 钱学森.全国建设我国社会主义美食文化[J].中国烹饪,1988(卷首语).
[8] 钱学森.给陶文台教授的信[Z].1989.11.25.
[9] 钱学森.给陶文台教授的信[Z].1994.12.18.
[10] 钱学森.给戴汝为院士、于景元等的信[Z].1994.5.20.
[11] 钱学森.给邹伟俊的信[Z].1995.1.17.
[12] 钱学森.给邹伟俊的信[Z].1995.2.16.
[13] 钱学森.给杨家栋教授的信[Z].1994.7.8.
[14] 钱学森.给杨家栋教授的信[Z].1994.7.8.

钱学森论文艺

彭树涛

钱学森兴趣颇多,爱好甚广,尝集周身之精力于科学与文学艺术的冥想与探索之中。除了科学方面的众多研究领域,比如应用力学、喷气推进与航天科技、工程控制论、物理力学、系统科学、思维科学、人体科学等,钱学森对文艺也有浓厚的兴趣与独到的见解。细言之,这些理论主要包括文艺是现代科学技术体系的一个重要部类、文艺的马克思主义哲学基础、文艺的管理体制与性质、文艺学的层次与结构、科学技术与文艺相结合等方面的内容。本文在认真研读钱学森关于文艺论述的相关著作的基础上,试图对这些内容作一较为系统的梳理,以更好地展现钱学森关于文艺论述的理论构架和内容全貌。

一、钱学森站在现代科学技术体系的高度来认识文艺

20世纪70年代后期,在马克思主义特别是毛泽东哲学思想及其科学技术观的影响下,钱学森运用辩证唯物论和系统科学的观点、方法,注意观察与研究世界科技发展的成果与趋势,逐步形成了马克思主义哲学与现代科学技术体系的整体构想。

钱学森的现代科学体系从纵向分为三个层次:最高层次是马克思主义哲学,也就是辩证唯物主义,最下面的层次是现代科学技术十一大部门,其间通过十一架"桥梁"把马克思主义哲学与十一大科学技术部门连在一起。从横向来看,这十一大科学技术部门是:自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、人体科学、思维科学、军事科学、行为科学、地理科学、建筑科学、文艺等。这个体系是一个开放的系统,会随着人类对客观世界的认识的不断增强而不断扩充与丰富。与十一大科学技术部门相对应,过渡到马克思主义哲学的"桥梁"是:自然辩证法、唯物史观、数学哲学、系统论、人天观、认识论、军事哲学、人学、地理哲学、建筑哲学、美学等。这十一架"桥梁"分别概括了十一大科学技术部门中带有普遍性、原则性、规律性的东西,即各门科学技术的哲学,因此,应把它们共同作为马克思主义哲学的内容和基石。各门科学的理论与实践都要以马克思主义哲学为指导,马克思主义哲学

又要以所有科学理论的最新成果来丰富和发展自己。

具体到艺术领域，钱学森曾提出美学是文学艺术的创作实践到马克思主义哲学的桥梁，这样就形成了马克思主义哲学、美学和文艺理论的三个层次。钱学森认为“美学是文学艺术的基本原则，是文学艺术到马克思主义哲学的桥梁。我们中国文艺工作者应该研究美学，不研究美学，就没有文艺的哲学理论。”[1]“研究学问就是一个人认识客观事物的过程，而这个过程总是从个别到一般，再用上升到一般规律来指导更深入的对个别的研究。强调部门艺术美学的研究是对的，它是一条必须经历的道路；从文学艺术的实践到理性认识、部门艺术美学，再到一般美学，最后到马克思主义哲学这一人类认识的最高概括。这条认识道路的顶峰是马克思主义哲学，而不能是其他，这也是马克思列宁主义的论断。”[2]钱学森还指出，我们不仅要有马克思列宁主义普遍真理与中国社会主义建设实践相结合的政治经济学，我们还希望有马克思列宁主义普遍真理与中国社会主义实践相结合的美学与文艺理论。

在谈到美时，钱学森认为，“美是主观实践与客观实际交互作用后的主客观的统一。这就要联系到人、人的意识或精神与物质的关系问题。我认为，马克思主义哲学已经科学地回答了这个问题。我们搞准了精神与物质的辩证关系，就不会错。”[3]钱学森还认为，美的研究非常重要，因为它是文艺的哲学概括，文艺的哲学。这个问题不解决，不搞清楚，我们就不能正确看待我们社会主义的文艺及其发展。从美学的角度，我们看到人们对美的要求、感受并不一样；而且人们的美感又是随时代的发展而发展的，不仅要看现实的情况，而且应看到 21 世纪。

综上所述，钱学森是从现代科学体系的整体格局出发对文艺进行研究的，认为文艺是现代科学技术体系的一个重要部类，并着重强调文艺的理论与实践要以马克思主义哲学作为理论指导，始终坚持马克思主义哲学对文艺的最高指导地位，始终坚持文艺的马克思主义哲学基础。从马克思主义哲学的指导地位和现代科学技术体系的宏观结构出发来研究文艺，这就把文艺提升到了一个更宏观和更科学的整体结构和研究视野之中，这也是钱学森在文艺的认识上较之前人完全不同的一个理论视角和全新认识。

二、对作为科学技术部门之一的文艺理论的具体论述

对文艺的考察与研究，钱学森既有宏观的论述与规划，也有微观的分析与探索。在宏观方面，最为突出的是从现代科学技术体系出发，从马克思主义“哲学→美学→文艺理论”这三个层次来进行构架。具体到作为十一个科学技术部门之一这一第三层次的文艺理论，钱学森在文艺的管理体制与性质、文艺的层次与结构、

科学技术与文艺相结合等方面也作过系统而深入的论述。

1. 钱学森认为文艺应坚持革命性、民族化和大众化的性质

在文艺的管理体制与性质上，钱学森认为，作为社会主义文化事业的文艺应始终坚持党的领导，应坚持革命性、民族化和大众化的性质，应坚持"为人民服务、为社会主义服务"的最终目的。

文学艺术作为我国社会主义文化事业的一部分，在满足人民群众不断增长的文化需求和推动社会精神文明建设方面起着极为重要的作用。如何更好地引导这种隐性作用发挥更大的功能，如何更有效率地生产和流通这些文艺作品，这里面就牵涉到文艺工作的领导体制和宏观管理等具体问题。钱学森从推进社会主义精神文明建设和社会意识形态建设的高度指出，文学艺术必须坚持党的领导，必须实行国家领导社会主义精神财富创造事业的体制。钱学森认为："在我们国家，党的领导是一切的。所以，文化学的第一课题就是要研究如何在社会主义精神财富创造事业中加强党的领导与改善党的领导。这里面的关键似乎是，在为社会主义建设服务（文学艺术为人民服务、为社会主义服务）这个坚定不移的要求下，要同时注意到精神财富创造的内在规律。"[4]"与这个问题相关联还有另一个文化学的课题：国家领导社会主义精神财富创造事业的体制。"[5]

在谈到文艺工作的宏观管理时，钱学森指出要采用系统工程的管理方法加强对文艺事业的组织管理。"文艺工作的宏观管理要用系统工程的方法。系统工程的方法有三条：①要有信息。②有了信息如何用，如何从信息得出答案，这是调节文艺工作的模型定量化。③手段。一是法律手段，一是经济手段。""加强文艺事业的组织管理。这是系统工程性质的技术性的工作或叫软科学的工作……我认为，高等院校里应该有组织管理文艺事业的专业，也可以称作是文艺系统工程专业。"[6]

作为社会主义精神文明建设的一部分，文学艺术应坚持革命性、民族化和大众化的性质，应坚持"为人民服务、为社会主义服务"的最终目的。钱学森认为，"关于文化问题，马克思列宁主义、毛泽东思想有很多精辟的论述，许多基本的原则至今仍有着指导的意义。我们的许多同志就是根据马列主义、毛泽东思想来认识、思考我们的文化和文艺问题的。比如，对于文化和文艺，首先要明确我国文化的性质。姚雪垠同志有个发言很好，他讲了三条：'第一，我们所发展的是以马克思主义为指导、社会主义性质的革命文化，这一点不能有丝毫的含混。……第二，我们的社会主义文化应植根于身后的民族土壤，既是革命化的，也是民族化的，我们反对复古的倾向，而重视继承和发展民族文化的精华。反对民族文化的虚无主义，也反对盲目地学习西洋。第三，我们的文化是面向大众的。文学艺术应表现

为大众所关心的题材，采取大众能接受的文学艺术形式，培养大众健康的鉴赏趣味。’”[7]“在我们国家，文学艺术有一个最终目的，就是要使我国的文艺为人民服务，为社会主义服务，这是坚定不移的，就如科学研究的结果决不能违背客观观察和测验。要做到这一点，一定要研究理论，首先要研究马克思主义的文艺理论，坚持并发展毛主席《在延安文艺座谈会上的讲话》。这都是研究文艺与政治的关系，可以称为文艺学的政治理论，或政治文艺学。”[8]为了真正切实地坚持社会主义文学艺术的性质和最终目的，钱学森特别指出我们在文艺工作中必须要解决好两个基本问题。一是面向人民群众，面向全体人民的问题；二是普及与提高的辩证关系问题。只有解决好这两个基本问题，社会主义的文艺事业才能坚持正确方向不断向前发展，才能日益繁荣。钱学森说：“从美学的角度，我们看到人们对美的要求、感受并不一样；而且人们的美感又是随时代的发展而发展的，不仅要看现实的情况，而且应看到二十一世纪。这样来考虑如何推动我们的文艺和文化工作。”[9]

在谈到“面向人民群众、面向全体人民”这一基本问题时，钱学森还提出“文艺的层次化”、“文艺的多样化和群众化”和“文艺创作的中西态度”等命题。钱学森说：“文艺创作要反映生活，要有一个多样化问题。不了解各行各业的情况，就不可能做到丰富多彩，生动活泼。文艺创作不能清一色，即使个人的作品也要有不同风格。一个美术工作者，画画不能总是那个色调，这样你就需要多看看各种风格、各种流派的画，不能只看一种。文艺作品，不能只是一种或几种形式，那样就会脱离群众。文学艺术无论哪个部门——音乐、美术、戏剧、电影，都有不同层次，不能一刀切。”[10]在谈到文艺创作的中西问题时，钱学森认为，从原则上讲，中、洋都要。

2. 钱学森对文艺学的划分

钱学森认为文艺学在横向上可以分为小说杂文、诗词歌赋等 11 个大部类，纵向上可以分为“下里巴人”、“阳春白雪”和表达哲理性的世界观这 3 个层次。

传统定义一般认为，文艺学是系统地研究文艺的各种现象，从而阐明其基本规律及基本原理的科学。它是社会科学的一个部门。它是近代才能较为完整地形成的，在发展过程中逐渐分为三个独立的部分：文艺理论、文艺史和文艺批评。与此不同的是，钱学森将社会主义文艺学视作一门应用社会科学，并且从文学艺术活动在社会中的结构和体系来考察文学艺术的层次与结构。其中对文艺学的横向的大部门划分，钱学森归之为结构问题，而纵向上的分类，钱学森归之为层次问题。

对于文艺学横向上的大部门划分，钱学森的认识有一个逐步深入的过程。1982 年，钱学森发表《我看文艺学》一文，认为文学艺术包括小说杂文、诗词歌赋、

建筑艺术、书画造型艺术、音乐和综合性的艺术六个大部门。[11]1986 年 4 月，钱学森发表《美学、社会主义文艺学和社会主义文化建设》一文，将此前所阐述的文学艺术的 6 大部门拓展为 10 大部门，具体包括：小说杂文、诗词歌赋、建筑、园林、美术、音乐、技术美术、综合艺术、烹饪服饰美容。[12]同年，钱学森又在《社会主义精神文明建设与文艺工作》一文新扩充书法这一部门，从而将之拓展为 11 个大部门。[13]

在纵向上，钱学森认为，文学艺术的创作与艺术的欣赏大致可以分为三个层次："下里巴人"、"阳春白雪"和表达哲理性的世界观的层次。钱学森还通过对文艺作品的具体分析，对这三个层次展开了深入的论述。钱学森认为："对美的感受，人和人不一样，因此，文学艺术不能单调、划一，要有层次。……对于文艺的创作和文艺的欣赏，分层次这一点要强调。到底大概要分几个层次？'下里巴人'、'阳春白雪'，是否就这两个层次？我作为业余爱好者觉得不只两个层次，还有一个最高层次，即表达哲理性的世界观的层次。属于这一层次的文艺作品的美感在于它和你的世界观合拍，你就感到好、感到美。"[14]在这里，钱学森用朴素而生动的语言表达了文学艺术"物质层、符号层和意境、意象层"的三个层次。这与文艺理论界将文学艺术的创作与欣赏分为"物质层、符号层和意境、意象层"的观点是完全一致的。钱学森还具体分析道，唐代诗人李白在生命最后一年写的长诗《下途归石门旧居》中，诗人总结了自己的一生以及自己如何看当时的世界。其中"如今了然识所在"就表达了诗人的人生观和世界观，而"向暮春风杨柳丝"则寄托了诗人的人生情感，实际上也表达了他的人生哲理。又如宋朝女词人李清照的《夏日绝句》："生当作人杰，死亦为鬼雄，至今思项羽，不肯过东江。"这四句就是词人李清照的人生观、世界观和宇宙观的真实抒写。[15]对于其他的艺术门类比如音乐、美术、园林等，钱学森也认为它们是有层次而且应该讲层次的。

3. 钱学森认为要坚持科学与文学艺术的结合

艺术与科学二者之间既有联系，又有区别。从人类文化史来看，艺术与科学之间早有联系。早在公元前六世纪，古希腊的毕达哥拉斯学派就提出了"美是和谐"的思想。并且将这些原则运用到建筑、雕刻、绘画、音乐等各门艺术中去。14 世纪到 16 世纪的欧洲文艺复兴运动期间，自然科学有极大的发展，哥白尼的"日心说"沉重打击了几千年来上帝创造世界的宗教传说，哥伦布和麦哲伦等人在地理方面的发现，以及伽利略的数学物理学方面的创造发明，使人们对宇宙有了新的认识，形成了新的世界观和方法论，这对艺术也产生了极大的影响。这个时期的一些大艺术家，本身就是大科学家，他们把许多自然科学的方法和原理运用到艺术创造中，促进了艺术的完善和发展。这些例子充分表明，科学技术对艺术的影

响是广泛和深刻的，除了将自然科学的成果直接运用到艺术领域之外，更重要的是以科学的思维方法来促进艺术家文化心理结构的改变，从而推动艺术创作观念和创作方法的革新，推动艺术形态的发展。当今社会中，科学技术正以从未有过的速度突飞猛进地发展，人类社会生活的方方面面无不受到科学技术的影响。现代科学技术更是对艺术产生了巨大的影响，不但为艺术提供了从未有过的大众传播媒介，而且创造出新的艺术种类和艺术形式，如电影艺术、电视艺术和计算机多媒体艺术等。在许多领域和许多方面，科学技术与艺术已经是如此紧密地结合在一起，以至很难将二者区分开来。

现代科学技术对艺术的渗透和影响主要表现在以下几个方面，第一，表现在现代科学技术为艺术提供了新的物质技术手段，促使新的艺术种类和艺术形式的产生。第二，表现在现代科学技术为艺术创造了前所未有的文化环境和传播手段，为艺术提供了更广阔的天地。第三，表现在艺术与技术、美学与科学的相互结合与相互渗透，对人类生活产生了深刻影响，也促进了科学技术与文学艺术自身的发展。第四，表现在科学领域的重大发现对艺术观念和美学观念产生了巨大而深刻的影响，例如系统论、控制论、信息论、模糊数学等观点和方法，已经被运用到艺术创作和艺术研究之中，成为某些艺术理论和艺术批评的观点和方法。

钱学森极为关注和重视科学技术与文学艺术之间的相互关系这一重要理论课题，钱学森也身体力行，为该理论的发展作过深入细致的探讨和全面系统的思考，并著有《一封提出“科学的艺术”和“艺术的科学”的信》、《社会主义精神文明建设与文艺工作》、《科学技术现代化一定要带动文学艺术现代化》、《对技术美学和美学的一点认识》、《应该研究科学技术和文学艺术之间相互作用的规律》、《谈科学家的艺术修养》、《社会主义的两个文明建设需要科教电影电视》等学术论文。钱学森关于“科学技术和文学艺术相互关系”的几乎所有理论思考与学术探讨都集中体现在这些论文之中。其中最为核心的思想与观点就是“科学技术的发展推动与促进文学艺术新形式的产生，科学技术的发展为文艺的表达提供了各式各样的工具。”钱学森认为，“科学技术在不断进步，生产力在不断发展，文学艺术也会在科学技术现代化的带动下出现新的形式（如现在就有上方和四周同时放映的‘环视电影’）。这叫做科学技术现代化带动文学艺术的现代化。这就是文艺和科学技术的关系。”[16]

在谈到科学技术的发展对文学艺术形式的影响时，钱学森还大胆而科学地预测了可能出现的文艺新形式，比如以激光焰火、电子计算机为制作工具的音乐和电影。

钱学森还专门提出“工业艺术”的学术概念和学术思想。钱学森指出，“人们在日常生活中使用的东西，除屋宇外，还有各种用品，杯、碗、器、皿、盘、瓶，历来劳

动人民对此倾注了不知多少心血。这也是艺术创造。在我们国家，这种传统制作称为工艺美术品……应该做到我们常说的‘美观大方’，人民爱用。我想这也许就可以称为工业艺术了。”[17]在谈到文学艺术对科学技术的影响时，钱学森提出了“技术美学”的概念，并且认为“技术美学”是在“工业美术”这一概念基础上的扩大与发展。钱学森说，“我们的‘技术美学’是一门把美学运用到技术领域中去的新兴科学，可以说是另一个方面的关系，是美术为科学技术的产品设计和制造服务。”[18]，而此前文学艺术所包括的六大部门也相应拓展为七大部门，即小说杂文、诗词歌赋、建筑艺术、造型艺术、音乐、戏剧电影等综合性艺术和新增加的“把科学技术产品和造型艺术结合起来的部门——技术美学”。[19]

在谈到文学艺术对科学的影响时，钱学森认为艺术和科学是相通的，艺术上的修养对科学工作很重要，能够开拓科学创新思维，促进科学研究。钱学森认为之所以能在科学上取得巨大成就，这在一定程度上也得益于艺术思维的重大促进作用。同时，他也以自己的亲身体会多次在不同场合强调艺术对科学研究的重要性。“我觉得科学和艺术是相通的……因此我提倡搞科学的人不要死心眼儿，要懂点艺术，它可以防止科学家犯机械唯物论。”[20]钱学森的夫人是著名的女高音歌唱家，这也对钱学森的科学研究工作产生了非常重要的影响。1991 年 10 月 16 日，钱学森在出席“国家杰出贡献科学家”荣誉称号和一级英雄模范奖章授奖仪式上就又一次深有体会地指出，“蒋英是女高音歌唱家，而且是专门唱最深刻的德国古典艺术歌曲。正是她给我介绍了这些音乐艺术，这些艺术里所包含的诗情画意和对于人生的深刻理解，使得我丰富了对世界的认识，学会了艺术的广阔思维方法。或者说，正因为我受到这些艺术方面的熏陶，所以我才能够避免死心眼，避免机械唯物论，想问题能够更宽一点、活一点。”[21]

钱学森不仅在科学上取得了举世瞩目的成就，是一位杰出的科学家，而且在文学艺术上也有很高的造诣；同时，他更是一位集科学、艺术、哲学于一身的“大成智慧”者。钱学森具有很高的科学素养和艺术修养，能够把科学思维与艺术思维结合起来，因而能够找到智慧之源、创新之路、成功之奥秘，为人类的物质文明和精神文明做出巨大的贡献。

科学与艺术相结合所产生的巨大社会功能，已日渐为世人所熟悉和认同。钱学森曾为此花费了巨大的精力和心血，真可谓“殚精竭虑”。2005 年 7 月 29 日上午，温家宝总理冒着酷暑前往医院看望钱学森，在同他进行的亲切而内容广泛的交谈中，时年 94 岁高龄的钱学森又一次谈到了科学与艺术的关系，并语重心长地强调：“一个有科学创新能力的人，不但要有科学知识，还要有文化艺术修养。”

文艺一直是钱学森所钟情的学术研究领域，这在其学术研究中占据着重要的地位。钱学森不仅从现代科学技术体系的宏观视野提出“马克思主义哲学→美

学→文艺理论”的结构层次，指出文艺是现代科学技术体系的一个重要部类，强调文艺应以马克思主义作为其哲学基础，而且也从文艺理论这一具体部门出发对文艺的管理体制与性质、文艺学的层次与结构、科学技术与文艺相结合等理论问题作过系统而深入的论述。无疑，这些理论的探索对于文艺研究和文艺创作实践都具有重要的理论意义和现实指导意义。

（彭树涛为上海交通大学钱学森图书馆筹建办研究人员，硕士）

参考文献

[1][10] 钱学森.与《文艺研究》编辑部座谈科学、思维与文艺问题[J].文艺研究，1985(1).
[2][18][19] 钱学森.对技术美学和美学的一点认识[J].技术美学丛书，1984(1).
[3][7][9][12][14][15] 钱学森.美学、社会主义文艺学和社会主义文化建设[J].文艺研究，1986(4).
[4][5] 钱学森.研究社会主义精神财富创造事业的学问——文化学[J].中国社会科学，1982(6).
[6][13][16] 钱学森.社会主义精神文明建设与文艺工作[J].文艺研究，1987(1).
[8][11] 钱学森.我看文艺学[J].艺术世界，1982(5).
[17] 钱学森.科学技术现代化一定要带动文学艺术现代化[J].科学文艺，1980(2).
[20] 上海交通大学档案馆馆藏资料，卷号RW－钱学森－2292.
[21] 人民日报.1991－10－17：1，3.

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝钱学森研究　２００６
作者＝潘敏主编
页数＝１４２
ＳＳ号＝１１８９２６５０
出版日期＝２００７．１

前言

目录